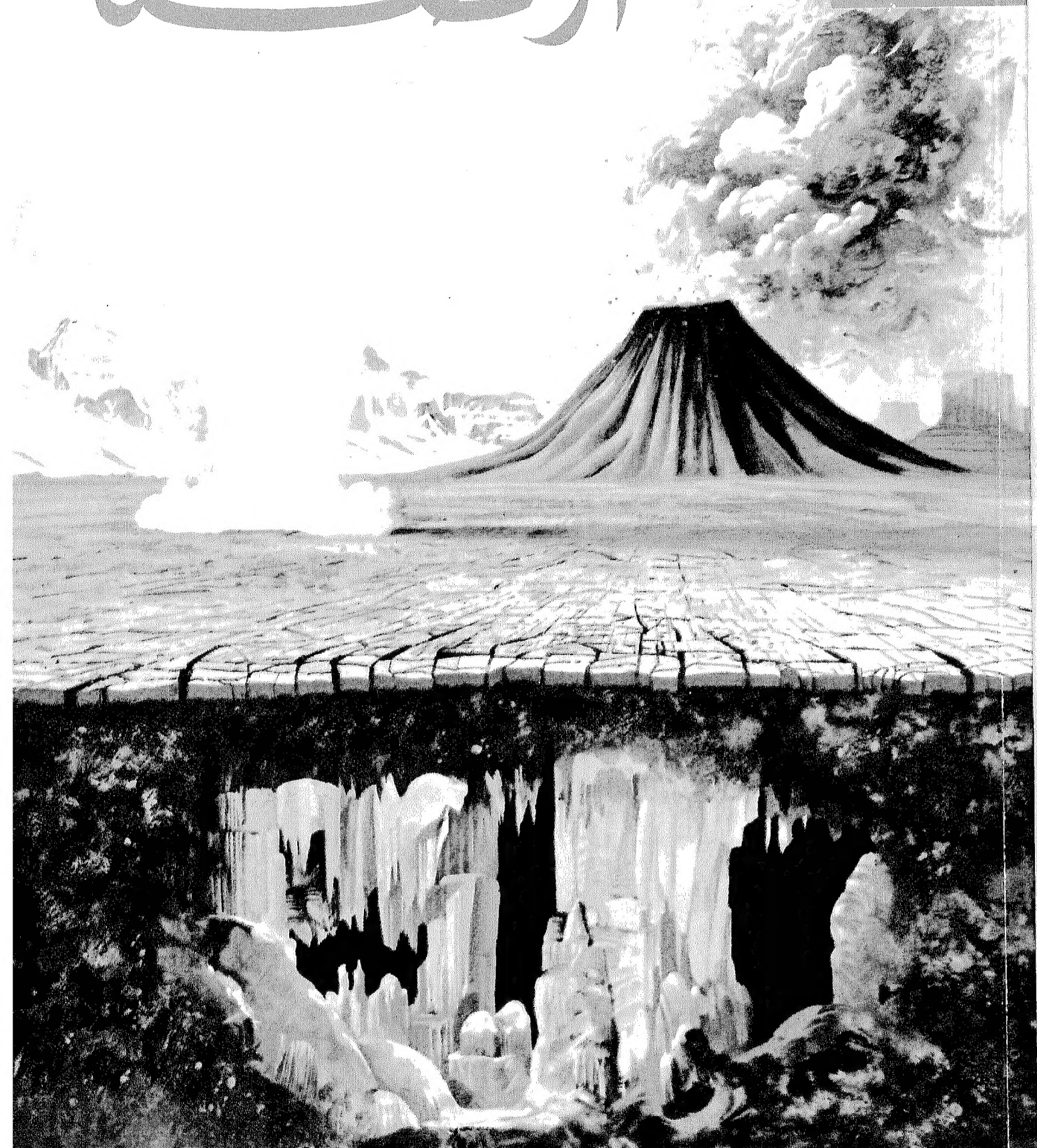


سلسلة

كيف

ولماذا

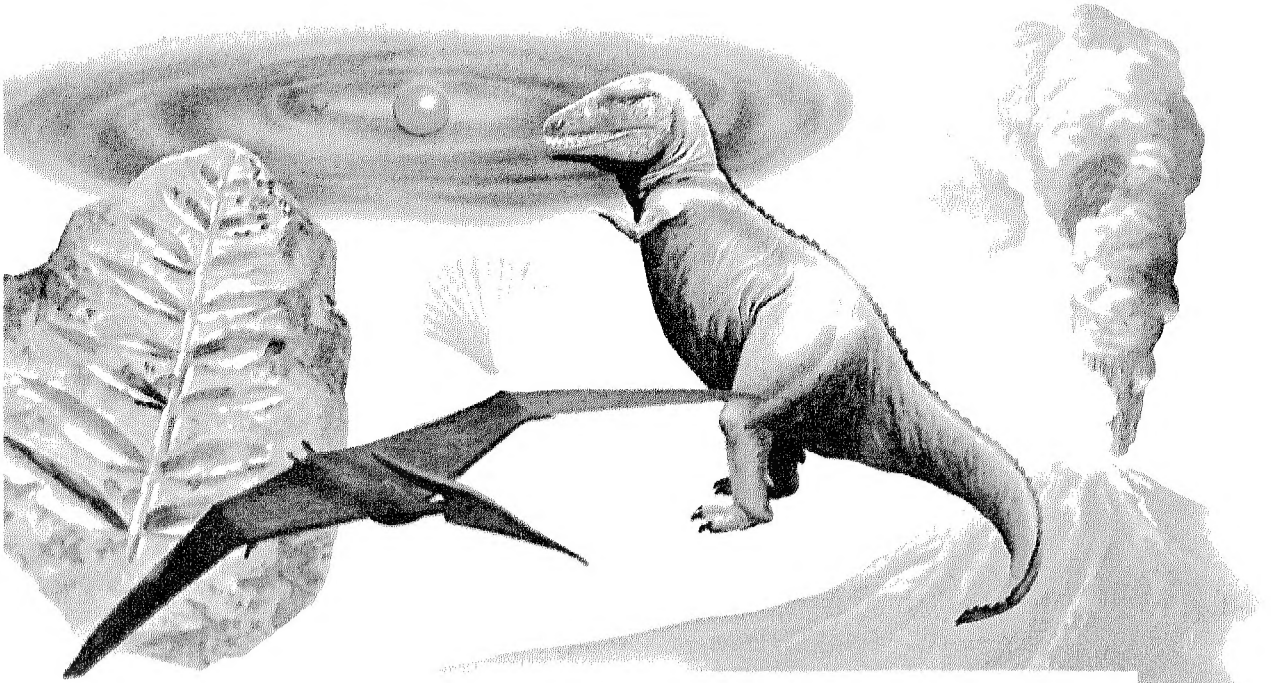
# أرضنا





# سلسلة كيف ولماذا أرضنا

تعريب الدكتور : محمد محمود الصياد



تأليف : فيلكس ستون

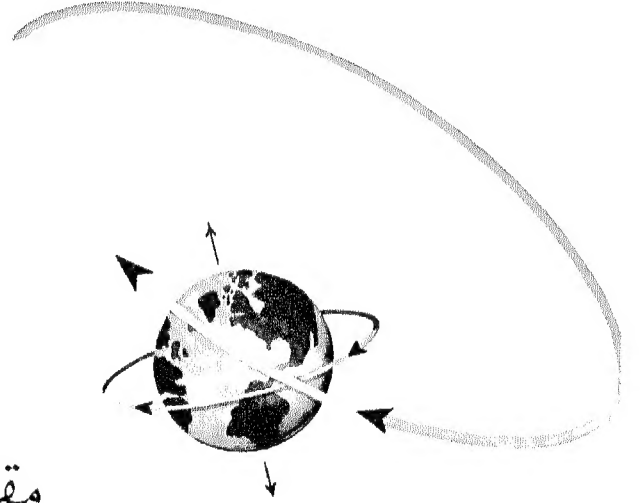
رسوم : جون هل

إخراج : دونالد د. وولف

يشرف على تحريرها : دكتور بول بلاكوود

## دار الشروق

القاهرة : ٨ شارع سيديوية المصري - رابعة العدوية - مدينة نصر  
هـ.ب : ٢٢ الجانوراما - تليفون : ٤٠٢٢٢٩٩ - فاكس : ٤٠٢٧٥٦٧ (٠٢)  
بيروت : هـ.ب : ٨٠٦٤ - هاتف : ٣١٥٨٥٩ - ٨١٧٢١٣ - فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)



## مقدمة

لا تزال الأرض ، حتى كتابة هذه السطور ، وهي وطن كل من نعرف من البشر ومع أنه من الطريف أن نتخيل الحياة على الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية وغيرها من مجموعات النجوم ، فسيظل معظمنا يواصل حياته على الأرض ، ومن ثم كان حرياً بنا أن نلم بأكثر ما يستطاع عن الكوكب الذي نعيش على أديمه .

وهذه السلسلة « سلسلة كيف ولماذا » مرشد جيد لزيادة علمنا بالأرض فهي تتناول موضوعات شتى ، ونعطي الإجابة عن كثير من الأسئلة . كيف نشأت الأرض ؟ وماذا بداخلها ؟ ولماذا تحدث البراكين ؟ وماذا نتعلم من الأحافير ؟ وكيف تكونت الجبال والبحار ؟ وهذا الكتاب هو بالفعل كتاب في الجيولوجيا أي علم دراسة الأرض ، ولكنها جيولوجيا قد بسطت كثيراً .

ومن الجوانب الخلاصة في دراسة الأرض ، أن يكون في استطاعتنا الآن أن نستعيد نفس التطور الذي مرت به الأرض خلال ملايين وملايين من السنين . وإن قراءة هذا الكتاب لتعطي القارئ شعوراً بمعاشته تاريخ الأرض ، والتعرف عليها في نفس الوقت .

وسيفيد من قراءة الكتاب الآباء والمعلمون والأطفال على السواء ، فهو بالتأكيد إضافة أساسية لمكتبة كيف ولماذا النامية باضطراد ، مكتبة العالم الصغير .

بول أ. بلاكوود

جميع حقوق الطبع والنشر باللغة العربية محفوظة ومملوكة لدار الشروق

© Copyright, 1973, by : Grosset & Dunlap, Inc.  
Published by arrangement with Grosset & Dunlap, Inc.



## محتويات الكتاب

٢٥ - 25	ما هي الرمال المغرقة ؟
٢٥ - 25	كيف نفذ الماء إلى ما تحت السطح ؟
٢٦ - 26	ما هي المياه الارتوازية ؟
٢٦ - 26	ما هو الماء الباطني ؟

### سطح الأرض

٢٧ - 27	ما هي الصحراء ؟
٢٨ - 28	كيف تستطيع الرياح والأمطار أن تشكل الصخور ؟
٣٠ - 30	كيف ساعد الإنسان في تغيير سطح الأرض ؟
٣١ - 31	كيف يمكن لصحراء أن تزهر ؟
٣١ - 31	ما الصخور المكونة لسطح الأرض ؟
٣٢ - 32	ما هي المعادن ؟
٣٤ - 34	كيف تصنع بلورات المعادن بنفسك ؟

### كنوز في الثرى

٣٥ - 35	كيف تكون البترول ؟
٣٦ - 36	كيف تكون الفحم ؟
٣٦ - 36	ما أهمية الحديد الصلب ؟
٣٧ - 37	ما أهمية المعادن الأخرى للإنسان ؟
٣٩ - 39	ما هي المعادن النفيسة ؟
٣٩ - 39	ما هي الأحجار الكريمة العادية ؟

### غرف تحت الأرض

٤٢ - 42	ما تتكون التربة ؟
٤٣ - 43	كيف تكونت المغارات ؟
٤٣ - 43	ما هي الاستلاكتيت والاستلاجميت ؟
٤٤ - 44	ما هي كهوف الرياح ؟
٤٤ - 44	ما هي كهوف الجليد ؟
٤٥ - 45	ما هي كهوف المياه العاترة ؟

### نشأة الإنسان

٤٦ - 46	كيف كان إنسان الكهوف ؟
٤٦ - 46	كيف وقفنا على أحوال سكان الكهوف ؟
٤٨ - 48	من الذي صنع الرسوم في الكهوف ؟

### نشأة الأرض

٤ - 4	كيف نشأت الأرض ؟
٤ - 4	ما شكل الأرض من الداخل ؟
٦ - 6	كيف يمكن التعرف على حقيقة باطن الأرض ؟
٧ - 7	لماذا تتجه البوصلة إلى الشمال ؟
٧ - 7	ما الذي يسبب المجال المغناطيسي ؟
٨ - 8	كيف تصنع بوصلتك بنفسك ؟
٨ - 8	هل غير القطب الشمالي والقطب الجنوبي موقعهما ؟

### اضطرابات في الكرة الأرضية

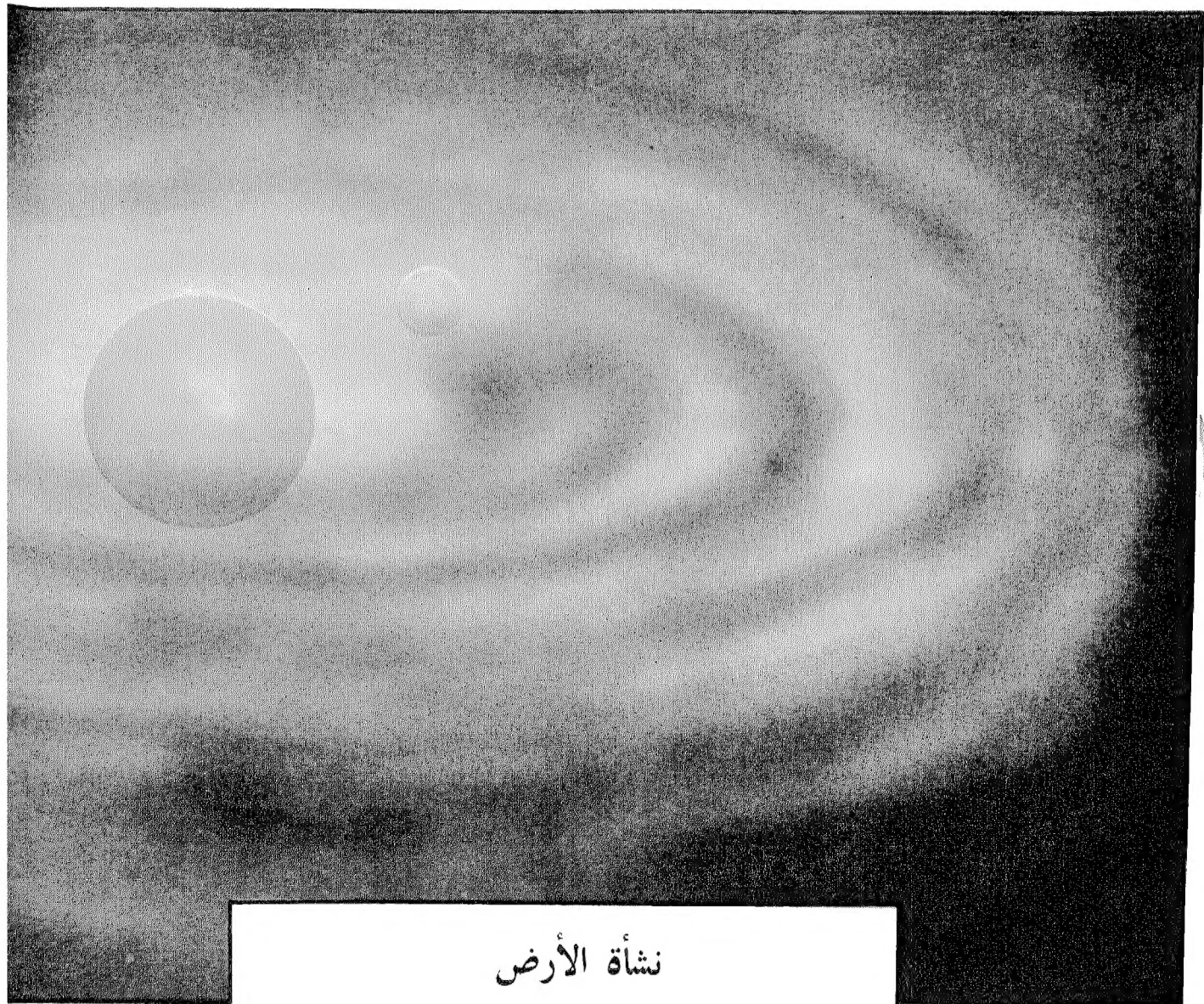
٩ - 9	ما الذي يسبب الزلازل ؟
١٠ - 10	كيف تكونت الجبال ؟
١٢ - 12	ما الذي يسبب البراكين ؟
١٣ - 13	لماذا تنفث الحمة بخاراً ؟
١٣ - 13	كيف تصنع حمة بنفسك ؟
١٤ - 14	كيف تكونت البحار ؟
١٦ - 16	لماذا كان ماء البحر مالحاً ؟
١٦ - 16	كيف يحدث المد والجزر ؟

### تذكارات الماضي

١٧ - 17	كيف تكونت الأحافير البحرية ؟
١٨ - 18	ماذا نتعلم من الأحافير ؟
١٨ - 18	هل كانت الأرض دائماً بنفس الشكل ؟
١٩ - 19	كيف كان شكل الأرض في الدهر القديم ؟
٢٠ - 20	كيف تنشأ المجلدة ؟
٢٠ - 20	العصر الجليدي كيف كان ؟

### الماء ، والماء في كل مكان

٢١ - 21	كيف تكونت الأنهار ؟
٢٣ - 23	لماذا تحدث الفيضانات ؟
٢٣ - 23	ما هي الدلتا ؟
٢٤ - 24	كيف تكونت البحيرات العذبة والمالحة ؟
٢٤ - 24	لماذا تجف البحيرات والمستنقعات ؟



## نشأة الأرض

الجسيمات في الحلقات الخارجية إلى كرات ضخمة متعددة من الغاز والسائل المتوهج ، ثم بدأت تبرد وتتكثف لتأخذ الشكل الصلب ، وأصبحت آخر الأمر منذ نحو أربعة أو خمسة بلايين من السنين وهي الأرض ، والزهرة ، والمريخ وغيرها من الكواكب السيارة .

تشبه الأرض في بنائها كرة « اليبس بول » ولو انك شطرت كرة اليبس بول ما شكل شطرين فستجد أنها تتكون من نواة من المطاط المصمت تغلفها طبقات عديدة من الخيط المتين ، ومع أن هذا

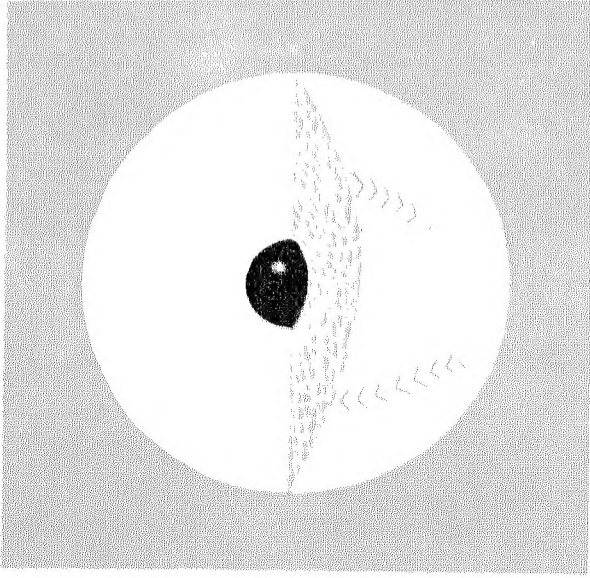
يعتقد العلماء أن الأرض ، والشمس وسائر كواكب المجموعة الشمسية كيف نشأت لم تكن منذ مائة بليون سنة الأرض ؟ سوى سحابة من ذرات الغبار البارد تدور على شكل دوامات في فضاء خاو .

وبالتدريج انجذبت هذه الجسيمات الدقيقة بعضها إلى بعض ، وتألقت لتكون قرصاً ضخماً يدور بسرعة ، وتقطع القرص في دوراته إلى حلقات ، وأدت الحركة القوية إلى أن تصبح الجسيمات ملتصقة .

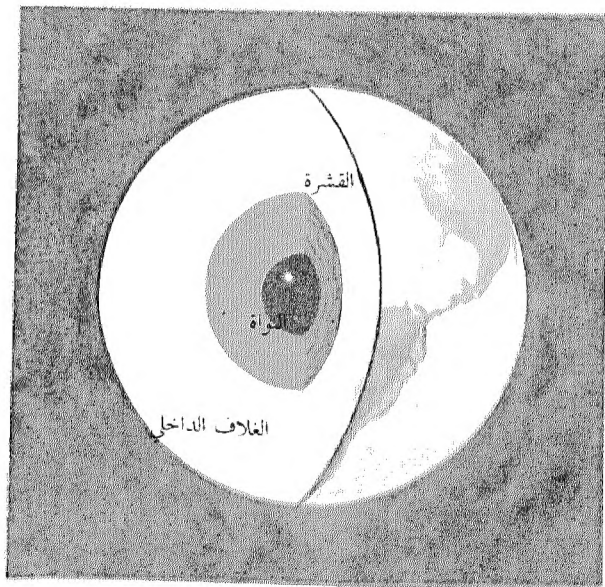
وأصبح وسط القرص هو الشمس ، وتحولت

البيس بول ، فهي تحت الضغط تتحرك حركة خفيفة وتغير من شكلها ، ويمتد هذا الغلاف الداخلي إلى عمق ١٨٠٠ ميل .

وفي داخل هذا الغلاف توجد نواة الأرض وعلى عكس قلب كرة البيس بول يتكون قلب الأرض من جزأين : نواة خارجية وأخرى داخلية . وكل النواتين يتكون من معدن معظمه



توضح الصورتان تركيب الكرة الأرضية :  
يسمى الغطاء الخارجي القشرة وتحتها طبقة سمكية تعرف بالغلاف الداخلي وفي داخل هذا الغلاف توجد النواة .



الغلاف الخيطي صلب فهو

أقل صلابة من كرة المطاط إذ أنه يخضع للضغط ويتغير شكله أحياناً، أما الغطاء الخارجي للكرة فطبقة رقيقة من جلد الخيل تغلف سائر الكرة .

ويعرف الغلاف الصخري المحيط بالأرض

باسم القشرة ويتراوح سمكه بين عشرة أميال

وثلاثين ميلاً ، ومن ثم فهو بالنسبة للأرض أرق

من الغلاف الجليدي بالنسبة لكرة البيس بول .

وتحت هذه القشرة طبقة سمكية من نوع آخر

من الصخر تعرف بالغلاف الداخلي وصخور هذا

الغلاف صلبة ، ولكن صلابتها بنفس الشكل

الذي عليه الغلاف الخيطي المحيط بقلب كرة



في كثير من جهات العالم . ومعظم هذه الهزات أضعف من أن تحدث أضراراً ، ولكنها جميعاً تحدث موجات اهتزازية تخترق الكرة الأرضية بل وقد تصل إلى أعماق أجزائها .

والموجات الزلزالية على نوعين أساسين : موجات أولية ، وموجات ثانوية ، وتحرك الأولى بأسرع مما تتحرك الأخرى . وتخترق الموجات الأولية السوائل أما الموجات الثانوية فلا تستطيع . وتختلف سرعة النوعين تبعاً للعمق الذي تبلغه في كرة الأرض ، ولكل منهما سلوكه المختلف عند مروره عبر الأنواع المختلفة من الصخور .

وعندما ترتدّ هذه الموجات إلى السطح تسجل بجهاز حساس يعرف باسم السيزموجراف . ومن

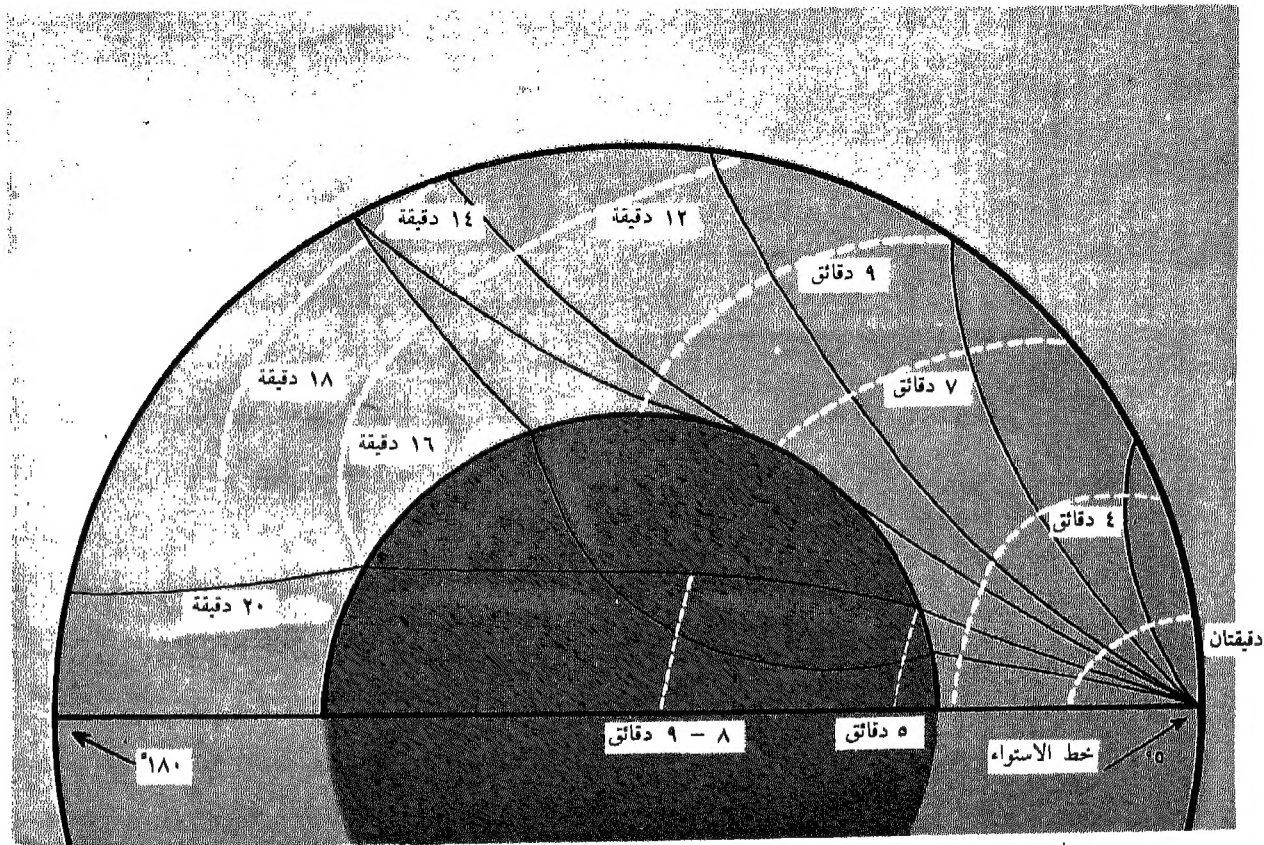
من الحديد وقليل منه من النيكل - ولكن النواة الخارجية منصهرة والداخلية صلبة وتبلغ درجة الحرارة في مركز النواة نحو ٨٠٠٠ درجة ، وهي درجة لا تقل كثيراً عن درجة الحرارة على سطح الشمس .

وتبلغ المسافة بين سطح الأرض ومركزها نحو ٣٩٦٠ ميلاً في المتوسط .

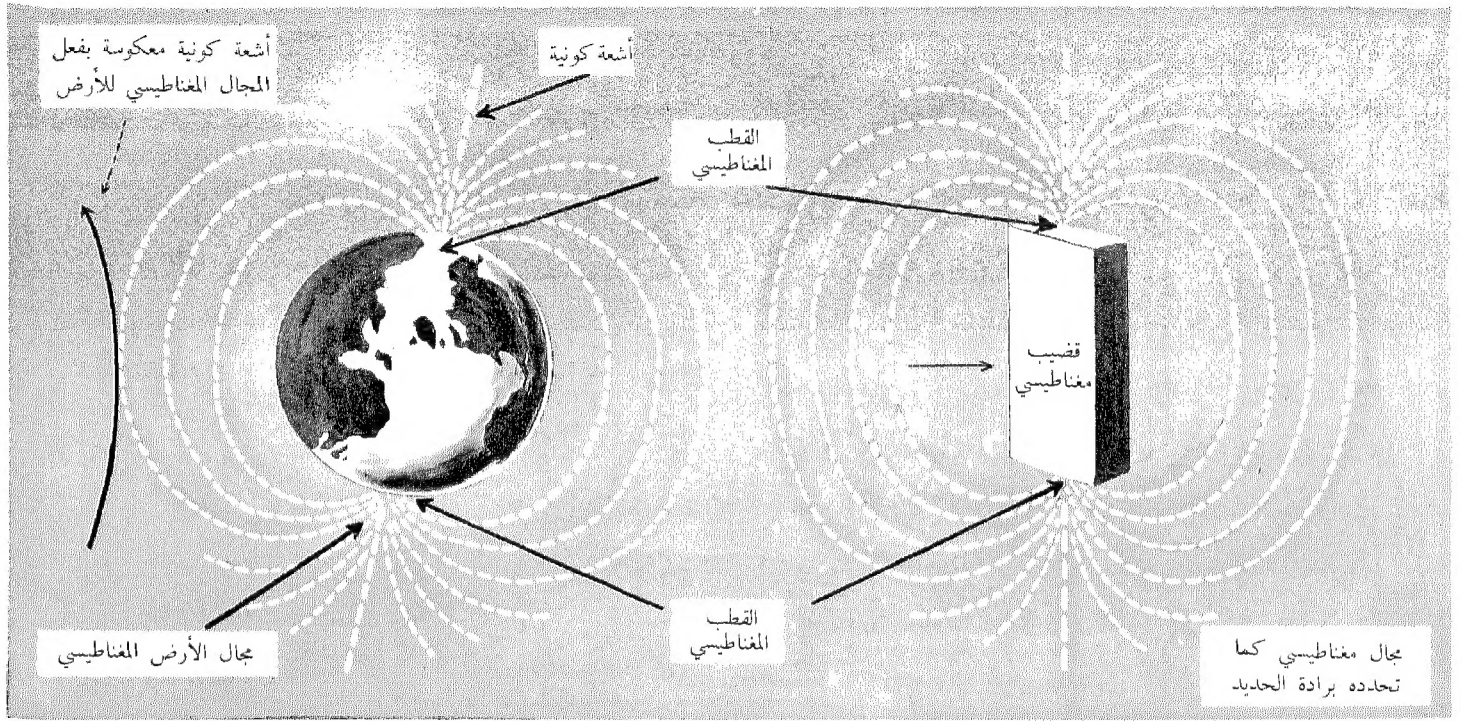
لم يسبر جهاز علمي الكرة الأرضية إلى أبعد من ميلين أو ثلاثة أميال ،

كيف يمكن فكيف تيسّر لنا إذن التعرف على حقيقة أن نقف على حقيقة باطن الأرض ؟ باطن الأرض ؟ الجواب هو الزلازل .

ففي كل سنة تحدث آلاف من الهزات الأرضية



يستطيع العلماء معرفة حقيقة باطن الأرض بدراسة سرعة وسلوك موجات الهزات الأرضية .



يبين الشكلان في هذا الرسم المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي (على اليمين) وللكرة الأرضية (على اليسار) . ونلاحظ من اسم الرسم أن القطبين المغناطيسيين الشمالي والجنوبي لا ينطبقان على القطبين الجغرافيين .

والقطبان دائماً تفصل بينهما نفس المسافة تقريباً .  
لا يزال العلماء يجهلون الشيء الكثير عن مغناطيسية الأرض ، ولكن النظرية  
ما الذي يسبب التي يكادون يجمعون  
المجال المغناطيسي ؟ عليها هي أن المجال  
المغناطيسي تحدثه

تيارات كهربائية تتعمق في النواة المنصهرة للكرة الأرضية ، وتنشأ هذه التيارات عندما تتجمع المعادن المتباينة في درجة حرارتها، والمختلفة في خصائصها الكهربائية ، ومعني هذا أن باطن الأرض هو مولّد طبيعي ضخم يحول دون توقف الطاقة الميكانيكية ( دوران الأرض وحركة النواة المنصهرة أو الصهير ) إلى طاقة كهربائية . ونحن نعرف بالطبع أن كل المجالات المغناطيسية إنما هي تيارات كهربائية ، وأن كل التيارات الكهربائية تحيط بها مجالات مغناطيسية .

دراسة سرعة الموجات الأولية والثانوية وسلوكها - لمعرفة المسافة التي ابتعدت بها عن مركز نشأتها ، والعمق الذي بلغته وارتدت منه ، والوقت الذي استغرقته رحلتها هذه - تمكن العلماء من الوقوف على حقيقة باطن الأرض .

منذ أكثر من ألف سنة عرف أن الأرض مغناطيس هائل ولكن الناس لم

لماذا تتجه البوصلة يدركوا حقيقة هذا

إلى الشمال ؟ الاكتشاف الذي وقفوا

عليه وقتئذٍ . لقد

عرفوا أنهم لو مسّدوا إبرة بحجر المغناطيس فإنها تتجه دائماً إلى الشمال ، وتخيلوا أن النجم الشمالي هو الذي يجذبها ، ولكننا نعرف الآن أن الإبرة إنما يجذبها القطب المغناطيسي الشمالي .

ونحن نعرف اليوم أن القطب المغناطيسي يبعد بنحو ألف ميل عن القطب الحقيقي أو القطب الجغرافي

خذ ابرة خياطة عادية ومرر عليها  
في نفس الاتجاه

كيف تصنع صغير عادي

بوصلتك بنفسك ؟ شراؤه من

صغير . ثم اقط

صغيرة من سداة مطاطية - لزجاً

واتركها تعوم فوق ماء مملوء في إناء زجاجي

ضع الابرة فوق قطعة المطاط ..

اهتزت لفترة ثم سكنت في وضع يشير

طرفها إلى الشمال والطرف الثاني إلى

أصبح في مقدور الجيولوجيين الآن أن

حقيقة تبدو

هل غير القطب

لكثير من

الشمالي والقطب

الجنوبي موقعهما ؟ وهي أن القطبين

والجنوبي خلا

القرون قد تجوّلا فعلا حول الأرض !

نصف بليون سنة كان القطب المغناطيسي

قريباً من خط الاستواء في المحيط الهادي

ومنذ نحو مائة وسبعين مليون سنة ، أي

عصر الديناصورات كان يقع في سيبيريا

في وقت ما أن كان موقعه في كوريا ، و

المحيط الأطلسي الشمالي ، بل وربما في

بل وأكثر من هذا غرابة أن القطبين

والجنوبي قد تبادلا موقعيهما ، ويقدر

التبادل قد حدث ١٧١ مرة خلال الثماني

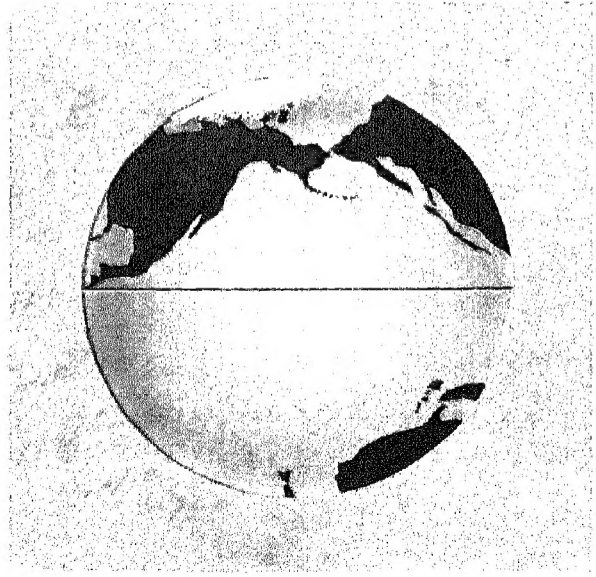
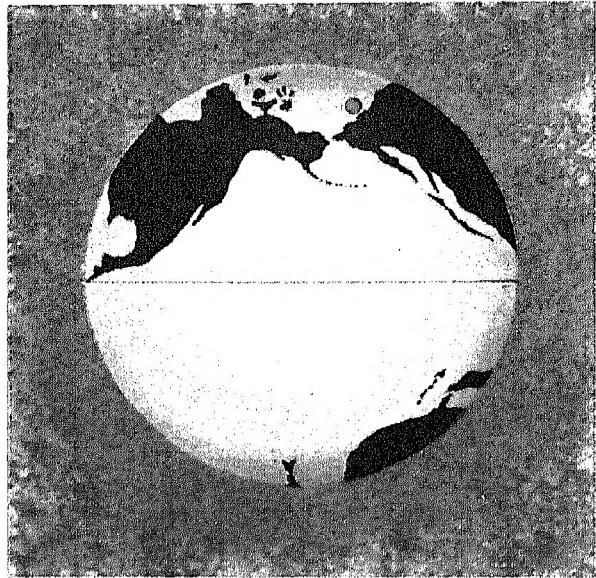
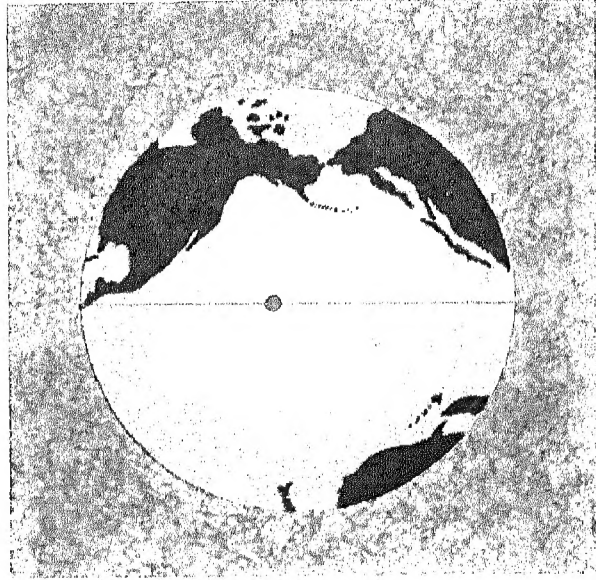
سنة الأخيرة ، وإن لم يكن أحد يعرف

حدث هذا الأمر .

اكتشف العلماء من دراسة حفريات الحيوانات والنباتات

مغناطيسية الصخور أن القطبين الشمالي والجنوبي لا ينطبقان

الجغرافيين الشمالي والجنوبي .





فيها مغناطيسيتها ، واثناء تحول اللابة إلى صخر صلب يصفّ المجال المغناطيسي للأرض الحبات في تيار ينساب من الشمال إلى الجنوب ، ولكن عندما يتم تصلب اللابة تتوقف حركة الحبات في هذا التيار .

ومن ثم فعندما يفحص العلماء الصخر الذي كونه اللابة ، يجدون الآلاف من « إبر البوصلة » ( حبات المغناطيس ) تشير إلى حيث كان القطبان الشمالي والجنوبي في الوقت الذي تكون فيه الصخر .

ونحن نعرف هذا من اللابة المحتوية على حبات من المغناطيس المعدني ( أو حجر المغناطيس ) التي سالت ذات يوم من براكين عصور ما قبل التاريخ .

وعندما يكون الصخر ملتهباً فإن هذه الحبات لا تكون ممغنطة إذ أن الحرارة العالية تسلب المواد المغناطيسية مغناطيسيتها ، ولكن عندما تبرد اللابة ، تصل الحبات المغناطيسية إلى درجة حرارة معينة ( تعرف باسم نقطة كوري ) تسترد

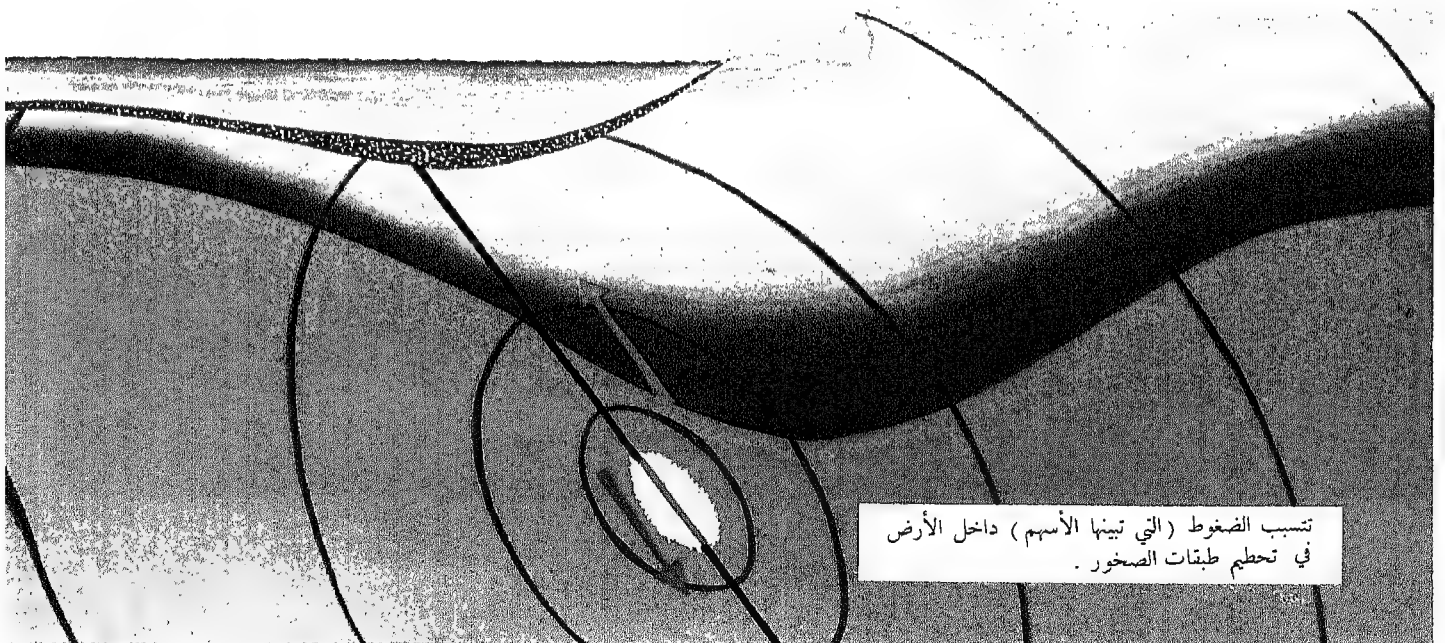
## اضطرابات في الكرة الأرضية

سفوح الجبال فتحدث شقوقاً في سطح الأرض ، وتهدم المباني في القرى والمدن .

ونحن نعرف أن القشرة الخارجية الرقيقة للأرض إنما تتكون من طبقات غير منتظمة من

سطح الأرض ثابت مستقر في معظم الأوقات ،

ما الذي يسبب الزلازل ؟ ولكن الأرض أحياناً تهتز وترتجف ، وتنفصل كتل من الصخر عن



تنسب الضغوط ( التي تبيها الأسهم ) داخل الأرض في تحطيم طبقات الصخور .

كما تتقصف العصا ، ويهز هذا التصدع المفاجيء  
قشرة الأرض ويجعلها ترتجف . وهذه الرجفة  
هي الزلزال .

لو اننا استطعنا أن نشرح سلسلة جبلية كالروكي  
أو الأند أو الألب

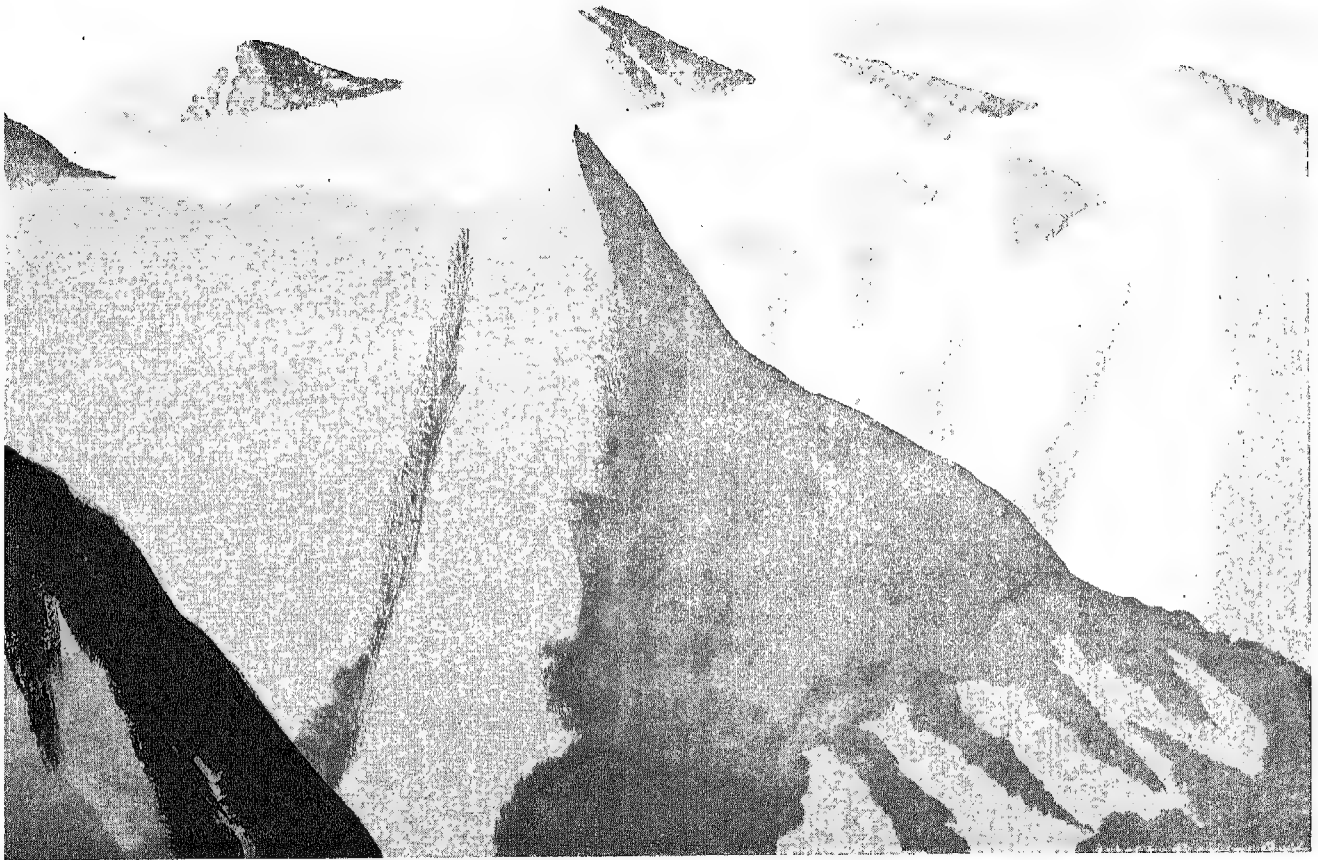
كيف تكونت الجبال ؟ لوجدنا أن طبقات  
الصخور قد تهشمت ،

والتوت ، وتغضنت ،  
وسنجد كذلك أن كثيراً من الطبقات الصخرية

شئى أنواع الصخور ، وهذه الصخور معرضة  
لضغوط مستمرة ، لا من طبقات الصخور التي  
تقع فوقها فحسب ، بل ومن قوى في باطن  
الأرض ذاتها ، وتلوي الضغوط الصخر فتجعله  
يغير من شكله .

فإذا كانت، هذه الضغوط شديدة للغاية ، فإن  
طبقات الصخر تتكسر فجأة بنفس الشكل الذي  
تتكسر به عصا تثنيا أكثر من اللازم .

وعندما يحدث هذا ينشق الصخر ، ويتقصف



بهذه الطريقة ، تبدأ في الحال قوى أخرى تعمل فيها . فالمجري المائية المندفعة ، والأنهار الجليدية البطيئة الحركة تشرع في تمزيق الجبال ، ( وتعرف هذه العمليات التي تقوم بها العوامل الخارجية باسم التعرية ) وتنقل الانزلاقات الأرضية المواد من الأماكن المرتفعة إلى الجهات المنخفضة ، وبمجرد أن ترتفع الجبال فوق منسوب سطح البحر تبدأ التعرية في هدمها .

ويعتقد الجيولوجيون أن سطح الأرض في تغير

التي ترتفع الآن لآلاف الأقدام فوق سطح البحر قد تكونت ذات يوم في قاع المحيط ، وتدلنا على ذلك البقايا المتحجرة للحيوانات البحرية التي نعثر عليها في أعالي القمم الجبلية .

ومن هذه الحقائق نستخلص أن الجبال تشكلت من صخور قيعان البحار القديمة ، وأن القوى الهائلة من باطن الأرض قد هشمت الصخور وطوتها ، وأنها رفعتها إلى حيث هي الآن .

وعندما ترتفع السلاسل الجبلية في تودة من البحر



منظر جوي لسلاسل بركانية وجبلية .

وهذه الصخور المنصهرة تعرف باسم **المagma** أو **الصهير**.

وفي مواضع خاصة تحت القشرة يتجمع الصهير في خزانات ، وهو عندما يندفع من باطن الأرض يدفع الغازات إلى أعلاه ، وكلما تزايد انضغاط الغازات أحدثت ضغطاً هائلاً على الجانب السفلي من قشرة الأرض ، فإذا حدث هذا في موضع ضعيف من القشرة ، أو في جهة أحدث فيها زلزال سابق شقاً في الصخر ، اندفعت الغازات والصهير من الشق وتفجرت على السطح في شكل لابة .

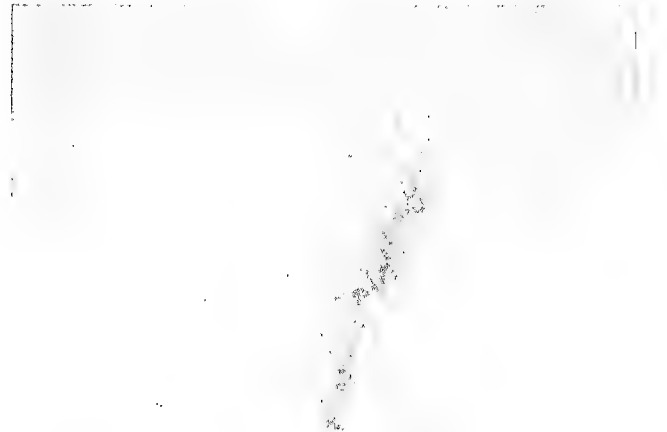
وعندما تتدفق اللابة من شقوق القشرة تبرد وتصلب ، ومع الوقت تكوّن مخروطاً حول الفتحة التي تدفقت منها ، ويتزايد ارتفاع المخروط بالتدريج حتى يصبح في النهاية جبلاً بركانياً .

ويحدث أحياناً أن يستمر البركان في الثوران ، ويكوّن سحابة كثيفة من الدخان والغبار ، وانهاراً من اللابة يستمر جريانها لعدة سنين في كل مرة ، ثم يخبث البركان عندما يكون جزء كبير من الغازات الحبيسة قد انطلق فخفض الضغط المنبعث

دائم بهذه الطريقة ، وأن القشرة الأرضية في حركة دائبة كموج البحر ، ولكن بدلاً من أن ترتفع وتتلاشى في ثوانٍ كالأمواج في البحر ، فإن حركة « موج » القشرة الأرضية تحسب بمئات الملايين من السنين .

إن طبقات الصخر الصلب التي تكون قشرة الأرض أكثر سمكاً في بعض المواضع منها في الأخرى ، وتحتها مباشرة ترتفع درجة حرارة باطن الأرض إلى حد تنصهر معه الصخور ،

ما الذي يسبب  
البراكين ؟



الأمريكية ، والمنطقة الأخيرة هي أوفر جهات العالم حمات ، وأكثرها إثارة للإعجاب ، وتفور أشهر حمات يلوستون وهي « أولد فيتفل » فورات منتظمة كل ساعة على وجه التقريب . يمكنك أن تصنع حمة بنفسك بأن تضع أنبوباً في جفنة صغيرة ، واملأ

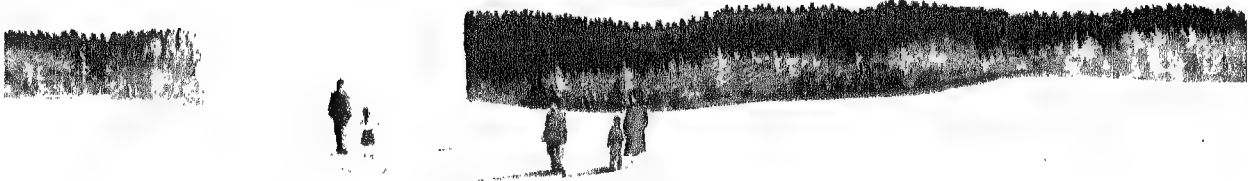
الجفنة بالماء حتى لا يبقى  
**كيف تصنع**  
 حمة بنفسك ؟ ظاهراً من الأنبوب سوى  
 فوهته ، ثم ضع ملعقة  
 أو ما أشبه تحت طرف الأنبوب بحيث تسمح  
 بمرور الماء من تحتها ، والآن ضع الجفنة على

من الباطن ، وعندئذ تبرد اللابة في داخل المخروط وتسد الشق الذي حدث في القشرة . وكثيراً ما يحدث بعد سنوات أن يستفحل الضغط مرة أخرى فيقذف بسدادة اللابة ويثور البركان مرة أخرى .

يمكن أن نعرف الحمة بأنها من بنات عمومة البراكين ، فهي  
**لماذا تنفث**  
 كالبراكين يرجع  
 الحمة بخاراً ؟ السبب في نشأتها إلى  
 حرارة باطن الأرض ،

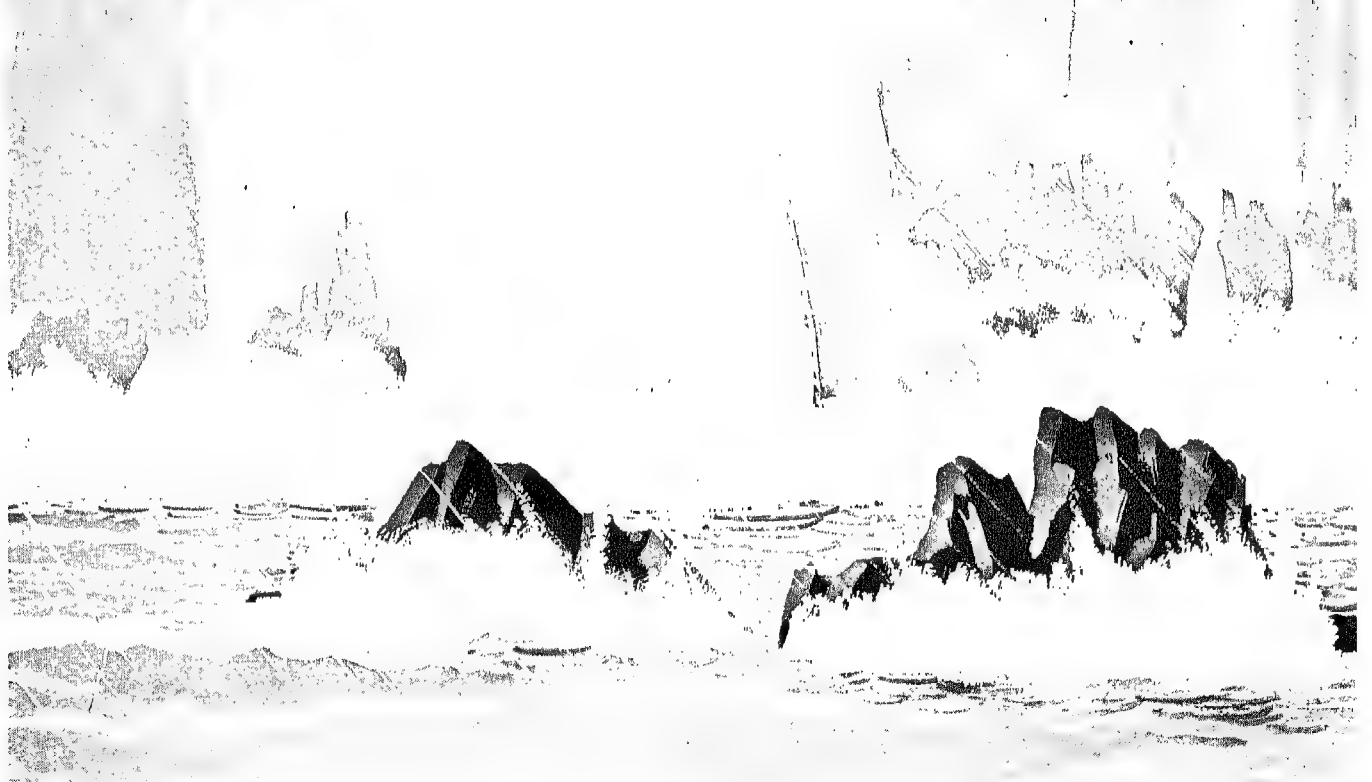
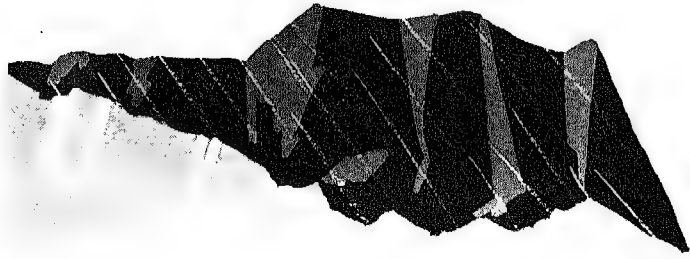
ذلك أن الماء السطحي يغيض عميقاً في شقوق رأسية طويلة في الصخور التحتيّة تلعب دور « أنابيب المياه » وعندما يتعمق هذا الماء في الأرض يغلي بتأثير الحرارة الباطنية ، ثم لا يلبث أن يندفع عمود من الماء والبخار من الأنبوب مكوناً النافورة الجميلة التي تشتهر بها الحمات ، وبعد أن ينتهي فوران الحمة تتكرر العملية من جديد .

ولا توجد الحمات إلا في مناطق ثلاث من العالم هي : إيسلند ، ونيوزيلند ، وحديقة يلوستون الوطنية في غربي الولايات المتحدة



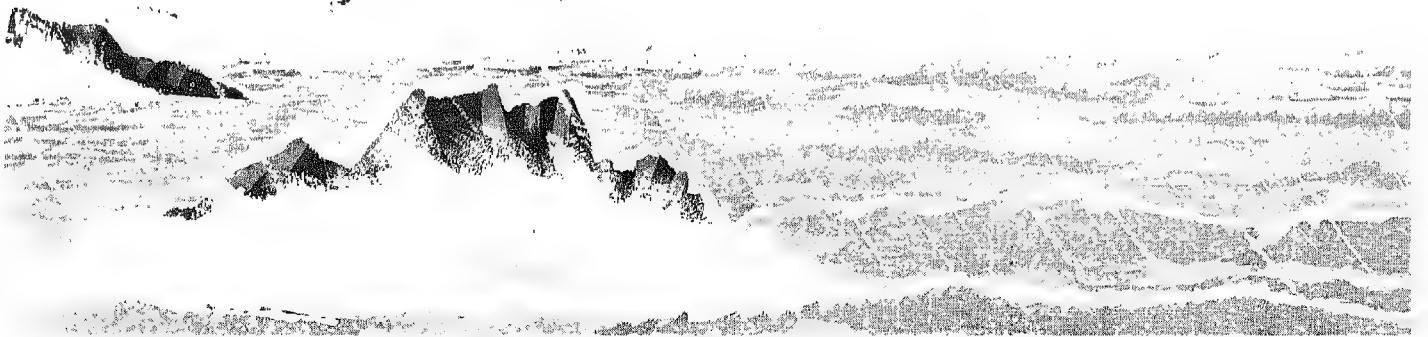
الغليان ثانية وتحولت مرة أخرى إلى بخار .  
ويمكنك أن ترى كيف حدث هذا بتسخين  
طبق من الصاج على موقد ، وعندما يسخن الطبق  
اسكب عليه في تودة قطرات من الماء ، وسترى  
أنه بمجرد أن تمس قطرات الماء سطح الطبق  
الساخن فإنها تغلي في الحال وتتحول إلى بخار .  
وهكذا وربما لملايين من السنين كانت الأرض  
محاطة بغلاف من السحب الممطرة التي يصل  
سمكها لعدة أميال ، واستمرت هذه السحب دون

النار فعندما يغلي الماء في قاع الجفنة فإنه يندفع  
من فوهة الأنبوب بنفس الطريقة التي تفور بها الحممة  
عندما بدأت الصخور المنصهرة التي كونت  
سطح الأرض الشابة تبرد  
**كيف تكونت**  
**البحار؟**  
من جوف الكرة الذي  
يغلي ، وتبددت في الجو  
المحيط بكرة الأرض ، وفي هذا الجو تجمعت  
في شكل سحب كثيفة من بخار الماء ، وعندما  
بلغت هذه السحب حداً خاصاً من الثقل تكاثف  
فيها بخار الماء وبدأ يسقط على الأرض في صورة  
مطر ، وكان سطح الأرض لا يزال ملتهباً .  
وعندما سقطت عليه قطرات المطر أخذت في





أحاطت بالأرض للملايين السنين طبقات سميكة من السحب المطيرة ،  
انهمرت عندما بردت الأرض في سيول عنيفة شقت أودية ضخمة أصبحت  
فيما بعد بحاراً .





الحركة الربيعية : تكون فيها الشمس والأرض والقمر على خط مستقيم. الحركة المحاقية : يكون فيها القمر زاوية قائمة مع الشمس .

وتبخر حرارة الشمس جزءاً من مياه سطح البحر وتعود به إلى الجو كبخار وفي الجو يتكاثف البخار مكوناً سحباً ، ثم يسقط على الأرض مطراً أو ثلجاً .

وفي عملية التبخر هذه تتخلف المعادن في المحيطات ، وتمتص حيوانات الماء ونباتاته شيئاً من هذه المعادن كالحديد والكلسيوم ، ولكن الملح لا تستعمله الحيوانات أو النباتات. ومن ثم يتراكم في البحر وتزداد كمياته باستمرار. إن كل من يقف عند ساحل البحر يشاهد الحركة اليومية للمد والجزر

**كيف يحدث** فني وقت معين من اليوم

**المد والجزر؟** يرتفع ماء البحر بما يتراوح

بين عشرة أقدام وعشرين

قدماً في العادة ، ثم ينحسر تاركاً من ورائه شريطاً طويلاً من الشاطئ لا يعلوه الماء ، وسبب هذا هو جاذبية الشمس والقمر .

فعندما يكون القمر هلالاً أو بدرًا تكون الشمس والأرض والقمر جميعاً على خط مستقيم ، ومن ثم يعمل القمر والشمس معاً في إحداث مد وجزر مرتفعين للغاية وهذا

توقف تتكاثف وتسقط مطراً لا يلبث أن يعود إلى الجو مرة أخرى على شكل بخار .

ثم أخذت قشرة الأرض تبرد وتصلب في بطن ، حتى أصبحت الصخور السطحية في النهاية من البرودة بحيث لم تعد حرارتها كافية ليغلي عليها الماء ، وأخذت الأمطار التي تجمعت خلال تلك الملايين من السنين في غلاف سميك من السحب تنهمر سيولاً لانهاية لها ولا آخر .

ولمئات بل وربما لآلاف من السنين كان وابل المطر لا ينقطع فخفض سلاسل الجبال ، وشق الأودية الضخمة في سطح الأرض ، وعندما تناقص الطوفان حتى توقف في آخر الأمر تغضنت قشرة الأرض وامتألت الأجزاء المنخفضة بالماء ، وكانت هذه هي أقدم المحيطات.

تحمل الأنهار التي تجري على سطح الأرض ملايين الأطنان من الغرين

**لماذا كان ماء** والرسابات إلى المحيطات

**البحر مالحاً؟** كل سنة ، وتحتوي هذه

المواد المفتتة على كل

أنواع المعادن الموجودة في الأرض تقريباً ، ومنها كميات هائلة من الملح .

بضع مئات من الأميال إلى الشمال من جزيرة نانتوكت يصل التغير في منسوب الماء إلى أربعين قدماً .

هذه الاختلافات ناشئة عن عدم انتظام سطح قاع المحيط ، فسطح قاع المحيط ليس منبسطاً ولكنه يتكون من أحواض واسعة بعضها أكثر اتساعاً وأعظم عمقاً من الأخرى . وفي هذه الأحواض يتراجع ماء البحر ويتقدم كما يحدث في طبق أو في حوض الحمام

عندما تحرك ماءه . ولكن حركة الماء في حوض الحمام (البانيو) أعنف كثيراً منها في الطبق ، وعلى نفس النسق تختلف حركة ماء المحيط التي يحدثها القمر والشمس ، فهي أعنف كثيراً في الجهات التي يكون قاع المحيط فيها عميقاً .

ما يعرف « بالحركة الربيعية » .

ومن ناحية أخرى عندما يكون القمر في التربيعة الأول والثالث فإنه يكون زاوية قائمة مع الشمس ، وفي هذا الوضع يتعادل جذب الشمس مع جذب القمر فيلغي كل منهما أثر الآخر ومن ثم يحدث المد والجزر المنخفضين وهذا ما يعرف « بالحركة المحاقية » ..

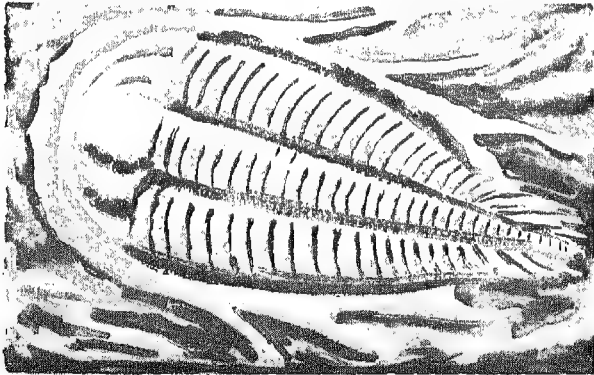
بيد أن هناك أشياء أخرى محيرة في المد والجزر لا يمكن تفسيرها بمجرد قوة الجاذبية .

فحول معظم سواحل المحيط الأطلسي يحدث المد والجزر مرتين في اليوم ولكن في أجزاء من المحيطين الهادي والهندي لا يحدث المد والجزر إلا مرة واحدة في اليوم ، وفي جزيرة نانتوكت القريبة من ساحل ماستشوستس لا يغير المد العالي من منسوب الماء إلا بقدم واحد في حين أنه في خليج فندي الذي لا يبعد سوى

## تذكارات الماضي

أخذ قاع المحيط يجمد ببطء ليتحول إلى صخر ، وتحلت أجسام الأحياء واختفت ، ولكن

أحدى الحفريات لطائفة من المفصليات المنقرضة .



منذ نصف بليون سنة لم تكن على اليابس حياة ، بل اقتصرت الحياة على

كيف تكونت مياه البحار الدفيئة ،

الأحافير البحرية؟ وحتى في البحر لم تكن

هناك أنواع السمك التي

نعرفها اليوم ، لم يكن في البحر سوى ديدان

وقواقع واسفنج وأحياء بدائية تشبه السلطعون .

وعندما ماتت هذه المخلوقات غاصت في

الحمأ الذي يغطي قاع المحيط ثم زادت التيارات

في تغطيتها بالطين ، وبمرور آلاف السنين وملايينها

حقب الحياة القديمة

حقب ما قبل الكامبري

العصر  
البري

العصر  
البري

العصر  
البري

عهد اللافقاريات المائية



تنقسم حياة الأرض إلى حقب جيولوجية وتنقسم الحقب إلى أزمنة تحدد نوع الصخور المتكونة خلال كل زمن . ويوضح الشكل أيضاً نوع الحياة السائد خلال كل دور من التاريخ .

إطارها الخارجي بقي مرسوماً بكل تفصيلاته في الصخور .

ثم أخذ ضغط باطن الأرض يلوي طبقات الصخور بالتدريج حتى

ماذا نتعلم من رفعها فوق سطح الماء ، الأحافير ؟ وكان ارتفاعها بمعدل

بوصة أو بوصتين كل

بضعة آلاف من السنين حتى أصبحت في النهاية

قمة جبلية . ولم يعثر العلماء على البقايا المتحجرة

للأحياء المائية التي ماتت من زمن بعيد في

قاع المحيط الذي غاصت فيه ، بل في قمم الجبال العالية .

ومن دراسة أحافير الحيوان والنبات هذه

بات في مقدورنا أن نعرف أنواع الحياة التي

وجدت على الأرض وهي لا تزال في طفولتها .

ونعرف الآن من دراستنا للأحافير أن أول

ظهور للحياة على الأرض ربما حدث منذ بليون

سنة خلت في صورة نوع من الفطر كتلك الطفاوة

الخضراء التي كثيراً ما نراها على سطح البرك في

موسم الصيف .

ثم ظهرت منذ خمسمائة أو ستمائة مليون سنة

أولى الأنواع البدائية من الحياة الحيوانية كالديدان

والسمك الهلامي ، وتلا ذلك ظهور الأسماك

أولى الحيوانات الفقرية ، ومنذ نحو مائتي

مليون سنة تهاوت الحيوانات البرمائية ( الأمفية )

من البحر إلى البر وتطورت لتكون لها رئات

وأرجل وأصبحت أولى الكائنات التي تستنشق الهواء .

واستمر التطور البطيء للحياة فظهرت الزواحف

( ومنها الديناصورات ) والثدييات ( ومنها الإنسان )

وتتابع قصة الأحياء كلها في الصخور التي تضم

الأحافير فكانها كتاب موضح بالصور والرسوم .

يتغير سطح أرضنا كل يوم كما كان يتغير دائماً

منذ فجر الخليقة ، وإذا

هل كانت أنعمنا النظر يمكن أن نرى

الأرض دائماً من حولنا البراهين على هذا

بنفس الشكل ؟ التغير المستمر . فبعد سقوط

المطر الغزير تصبح مياه

المجري المائية محملة بالطين ، وهذا يعني أن المطر

قد كشط التربة من مكان ما من الأرض ثم راح

المجرى المائي يحملها إلى مكان آخر . وتتهرأ التلال

التي تنحدر منها الأنهار في بطاء وتلاشى .



تبين الدراسة الدقيقة للحفريات أن كتل اليابسة الكبيرة كانت متصلة أثناء حقبات من عمر الأرض الجيولوجي فكانت صحراء سيبيريا متصلة باللاسكا وكانت أمريكا الجنوبية متصلة بأفريقيا والجزر البريطانية متصلة بالدول الاسكندنافية .

ولقد أعطت الدراسة الدقيقة لهذه المفاتيح الحفرية العلماء الصورة كيف كان شكل الأرض في الدهر خلال العصور القديمة؟ كان هناك في زمن مضى معبر من اليابس يربط فيما يحتمل شمالي أوروبا مع جرينلاند ، ومعبر آخر ربما كان يمتد بين أسبانيا وما هو الآن الساحل الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية . وفي مرحلة أخرى من مراحل التاريخ الجيولوجي

وبنفس الطريقة تجرف أمواج المحيط المتقلبة رمال الشواطئ ، وتغير من شكل خط الساحل . ويستطيع الجيولوجيون مرة أخرى أن يقرأوا تاريخ القارات المتغيرة في « مصور » الصخور . فقد وجدت أحافير الحيوانات التي عاشت ذات يوم على اليابس في قاع المحيط ، وهذا يدل على أن هذا القاع بالذات كان في وقت من الأوقات جزءاً من اليابس ويبدو هذا الأمر معقولاً ما دما قد عرفنا من قبل أن قمم كثير من الجبال كانت ذات يوم في قاع المحيط .

وتتكون المجالد في الجهات المرتفعة التي يوجد بها الثلج على مدار السنة وكلما سقط ثلج جديد وتجمع فوق ثلج الشتاء السابق ، أصبح حقل الثلج أكثر سمكاً وأثقل وزناً مما يؤدي إلى أن تنضغط طبقات الثلج في القاع لتتحول إلى دثار من الجليد المتناسك .

وعندما تبلغ هذه الكتلة الضخمة من الجليد والثلج حداً معيناً من السمك تتقطع أوصالها وتأخذ في الانزلاق أو « الجريان » على سفح الجبل ، ثم تتجمع طبقات جديدة من الثلج والجليد في الصدوع التي نشأت عندما انفلت النهر الجليدي من الحائط الجلي .

ويتحرك النهر الجليدي في ببطء شديد ، فلا تعدو سرعته بضع بوصات في اليوم الواحد ، ويواصل جريانه حتى يبلغ طرفه الأدنى نقطة على سفح الجبل تصل فيها الحرارة إلى درجة انصهار الثلج والجليد ، فيبدأ ينصهر ويتحول النهر الجليدي إلى نهر من الماء .

فإذا انتهى نهر جليدي عند شاطئ البحر فإن كتلاً ضخمة من الجليد تنفصل فتكون ما يعرف بـ جبال الجليد أو كتل الجمد الهائمة في البحار . منذ آلاف من السنين امتد الجليد من القطب الشمالي نحو الجنوب فدفن

**العصر الجليدي** أكثر من ربع سطح الأرض كيف كان ؟ اليابس تحت دثار جليدي مغضن . وغطى الجليد

كل ما هو الآن كندا ونيوانجلند ونيويورك وكل منطقة البحيرات العظمى ، وأجزاء كثيرة من السهول الغربية .

وسوى الجليد الجبال في زحفه البطيء ، وغير مجاري الأنهار القديمة وخلق أنهاراً أخرى جديدة ،

للأرض كانت قارات إفريقيا وأستراليا وأمريكا الجنوبية تشكل معاً كتلة واحدة من اليابس ، وكانت غابات السرخس تنمو عبر ما هو الآن آلاف من أميال المسطحات المائية .

ومنذ مائتي مليون سنة كان معظم أمريكا الشمالية تحت الماء ، وأدى ارتفاع الجبال من تحت الماء في الشرق والغرب إلى تكون بحر داخلي يشغل ما يعرف الآن بسهول الغرب الأوسط . وفي عهد أحدث كثيراً ، أي منذ بضعة آلاف من السنين : وفي خلال العصر الحجري كانت الجزر البريطانية والطرف الجنوبي للسويد على صلة بقارة أوربا ، وكان هناك سهل واسع كثير المستنقعات يشغل ما هو الآن بحر الشمال والقنال الإنجليزي ( بحر المانش ) وكان نهر التيمز في إنجلترا ونهر الرين في ألمانيا يكونان نهراً واحداً ضخماً .

وربما كانت سيريا في نحو ذلك العهد متصلة بآسيا بجسر أرضي عبر مضيق بيرنج ، ويعتقد أن الإنسان القديم لا بد وقد هاجر من آسيا عبر هذا الجسر ليكون أسلاف الهنود الحمر الأمريكيين ، ويبدو أن الماموث ذلك الحيوان الضخم المكسو بالفراء وهو الجد الأول للفيل قد سلك نفس الطريق في تجواله ، فقد عثر على عظامه في الصحاري الأمريكية .

**المجلدة** نهر من الجليد ينحدر على سفوح الجبال ، وكنهر الماء

**كيف تنشأ** الجاري يشق لنفسه مجرى **المجلدة ؟** ويحمل كميات ضخمة

من الصخور والرسابات

ينقلها من أعالي الجبال ومنحدراتها إلى الأودية في أسافلها .





وخذد حوض البحيرات العظمى وملأ البحيرات بالماء عندما انصهر وأخذ يتراجع نهائياً .  
وخلف الجليد من ورائه آلافاً من البحيرات ،  
والروابي والأودية الجديدة ، وتعين الصخور  
المنتشرة التي يتميز بها سطح الأرض في نيوانجلند  
المدى الذي وصل إليه الجليد في زحفه نحو  
الجنوب .

المجلدة: كتل من الجليد تنحدر على سفوح الجبال والوديان ولا تنصهر بسرعة .

## الماء ، والماء في كل مكان

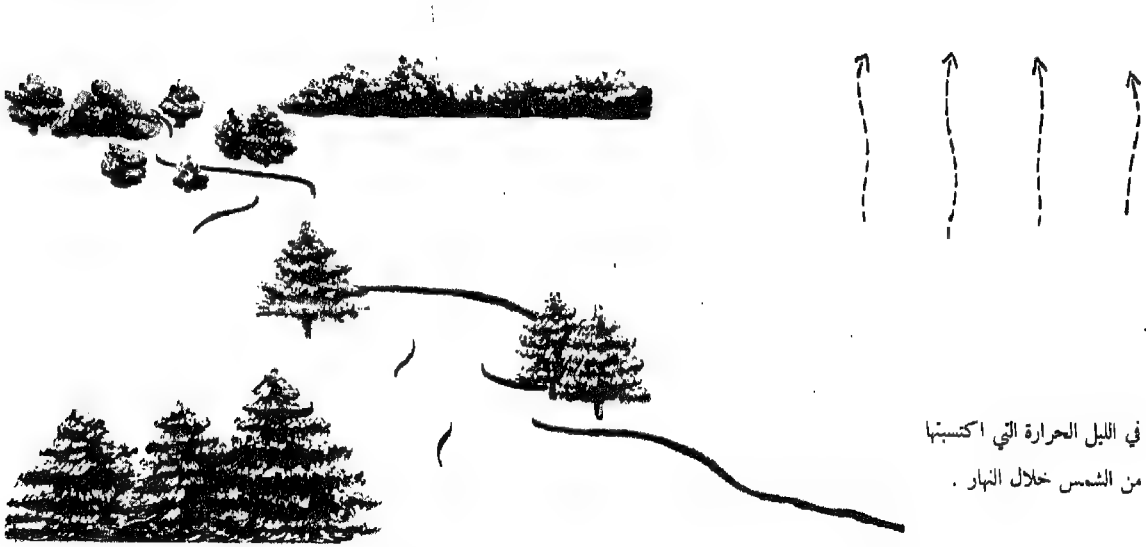
المياه إلى الوادي الواقع بين الجبال تكون مئات بل وربما آلاف من هذه الجداول والنهيرات قد تجمعت لتشكل في النهاية نهراً واسع المجرى ، وعندئذ يبطيء التيار ويتهاذى النهر في تودة وهدوء .

ومنذ ذلك الحين الذي بدأت فيه المياه تنحدر من المرتفعات وهي تحمل معها كميات من الحصى والطين ، فإذا ما أخذ النهر يبطيء في جريانه ألقى بالجزء الثقيل عن حملة ، وكثيراً ما تخلق هذه الرسابات من الصخور

يسقط مطر غزير على سفح جبل ، وتتساقط قطرات ماء من أوراق الشجر على سطح الأرض ، وهناك تتجمع المياه في جداول صغيرة أو مجاري

تنحدر على السطح ، وبينما تنساب المجاري المائية الصغيرة متتبعة خطوط الارتفاع في الجبل يلتقي بعضها ببعض فتتحد في مجرى أكبر نسبياً ثم تلتقي هذه المجاري الجديدة معاً فتكون نهيراً . وعندما يجيء الوقت التي تصل فيه

نهر ينساب ملتوياً من الجبال .



تتصاعد في الليل الحرارة التي اكتسبتها  
الأرض من الشمس خلال النهار .

والطمي عوائق في قاع النهر تجعل التيار ينحرف  
إلى الجانب المضاد الذي يأخذ في الانجراف  
ويعيد الجانب المتآكل بدوره التيار إلى  
المضادة مرة أخرى ، وتكون النتيجة :  
عدد من المنحنيات تجعل النهر ينثني من  
إلى آخر وكأنه أفعوان هائل .  
يسقط المطر أحياناً غزيراً أكثر من المعتاد  
فتعجز ضفاف //

عند شروق الشمس تبدأ حرارتها في تسخين التربة والهواء .

---



---

تبخر حرارة الشمس الماء وتكون السحب .



شكل بياني لأرض بالغة الخصوبة وتسمى الدلتا - كدلتا نهر النيل في مصر .

معرضة لأشعة الشمس المحرقة وافها الفيضان الجديد فعوضها عن الخصب الذي فقدته في زراعة العام السابق .

يحمل نهر عظيم كالنيل إلى البحر كل يوم بلايين الجالونات من الماء

ويحتوي هذا الماء على

ملايين الأطنان من الطمي

والغرين وفتات الصخور

التي حملها النهر من الأراضي التي يجتازها .

وعندما يصطدم تيار النهر السريع بمياه البحر

الأكثر هدوء والأكبر كثافة ، فإنه سرعان

ما يبطئ ، وتكون النتيجة أن ترسب كميات

ضخمة من ذلك الطين والغرين في القاع عند



لماذا تحدث  
الفيضانات ؟  
تغطي المياه على الأراضي  
المجاورة وتغرقها وهذا هو

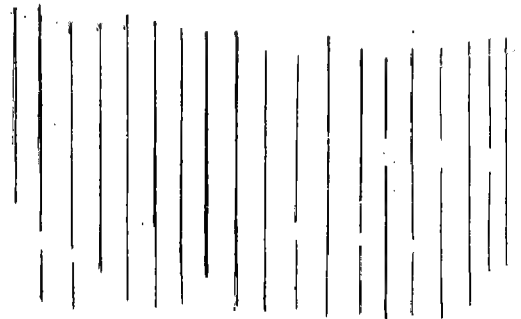
الفيضان .

وربما أدت الفيضانات إلى تخريب فطيع ،  
فهي كثيراً ما تجرف التربة الخصبة التي تغطي  
الأرض فتتركها غير صالحة للزراعة لعدة  
سنوات . وهي مدمرة للمباني فقد تكتسح مدناً  
بأكملها في بعض الأحيان ، وتودي بحياة  
مئات من الناس .

بيد أن هناك فيضانات تؤدي إلى النفع بدلاً  
من الضرر ومن خير أمثلتها الفيضان السنوي  
لنهر النيل في مصر .

ففي الربيع وفي دقة الساعة وانتظامها تسقط  
الأمطار الغريزة في الهضبة الأثيوبية وتتدفق  
المياه في الروافد التي تنتهي إلى نهر النيل فيفيض  
النهر في مجراه الأدنى . وكانت مياه الفيضان  
ترك لتغمر أراضي مصر فإذا ما انحسرت خلفت  
عليها طبقة من الغرين المخصب للتربة والذي  
فتتته المياه من المرتفعات الداخلية .

وفي هذه التربة الخصبة يزرع المصريون  
غلاتهم من القطن والحبوب والفاكهة فإذا  
ما حصد المحصول وأصبحت الأرض جرداء



إذا وصلت السحب لمكان بارد ، تسقط الأمطار . وإذا وصلت السحب لمكان ساخن يُمتص البخار وتنتلشى السحب .

البحيرات العذبة ، ولكن عندما تكون البحيرة بلا مخرج فإن مياهها تكون مالحة .

وبحر قزوين في جنوبي الاتحاد السوفيتي ، وهو أكبر بحيرات العالم ، بحيرة مالحة ، وكذلك البحر الميت في فلسطين ، وبحيرة جريت صولت في ولاية يوتا بالولايات المتحدة الأمريكية . أما كبرى البحيرات العذبة في العالم فبحيرة سوبيرير بين كندا والولايات المتحدة الأمريكية ، فطولها نحو ٣٥٠ ميلاً ( ٥٦٠ كيلومتراً ) وعرضها زهاء ١٦٠ ميلاً ( ٢٥٥ كيلومتراً ) وتليها في المساحة بحيرة فيكتوريا التي ينبع منها نهر النيل .

البحيرات بصفة عامة هي أقل الظواهر

الجغرافية على سطح

الأرض ثباتاً بل إنها حتى

البحيرات في لحظة تكوينها تبدأ

والمستنقعات ؟ في الجفاف ، وكل البحيرات

حتى الكبيرة منها على هذه

الحالة من الجفاف المتواصل ، فبحيرة سوبيرير

مثلاً ليست سوى البقية الباقية من بحيرة أخرى

أضخم كثيراً كونها الجليد والأنهار الجليدية .

ولعل من الغريب أن تكون الأنهار التي تغذي

البحيرات وتملؤها بالمياه هي نفسها من العوامل

التي تؤدي بها إلى الدمار في النهاية . فبمجرد

مصب النهر لتخلق أرضاً منبسطة واسعة فائقة الخصب تعرف باسم الدلتا .

وتشتهر دلتا المسيسيبي ودلتا النيل بصفة خاصة بأرضهما الزراعية الخصبة التي تكونت عبر العصور ، ومعظم الأرض التي تكوّن هولندا الحالية إنما كونتها دالات نهر الرين وغيره من الأنهار التي تنحدر من مرتفعات المانيا إلى بحر الشمال .

جميع المياه في العالم تتحرك في دورة مستمرة ،

فالشمس تبخر الماء من

كيف تكونت البحر ، ثم يتكثف البخار

البحيرات العذبة ويعود مطراً إلى الأرض

والمالحة ؟ وتعود مياه الأمطار إلى

البحر في الأنهار التي تجري

بها . ولكن بعض هذا الماء قد يتوقف في رحلته

إلى البحر وتحتجزه البحيرات إلى حين .

والبحيرات تغذيها الأنهار وتصرفها الأنهار

كذلك ، وعندما تقترن العمليتان دخول الأنهار

إلى البحيرات وخروجها منها ، تكون مياه

البحيرات في عذوبة مياه الأنهار وهذه هي

صورة لمستنقعات إيفر جليدز بالولايات المتحدة



منطقة ايفرجليدز أرضاً خصبة تستغل في الرعي أو الزراعة .

الرمال المغرقة رمال دقيقة للغاية ، مفككة ، مختلطة بالماء . وتوجد

ما هي الرمال عادة في المستنقعات المغرقة ؟ وغيرها من الأماكن الغدقة

فوق قاعدة من التربة الطينية الثقيلة لا يستطيع أن ينصرف منها الماء .

وتبدو الرمال المغرقة شبيهة بالرمال العادية حتى لقد يخطئها الحيوان بل وربما الإنسان

سيء الحظ فيسوخ فيها وربما غاص وغرق : وعلى عكس حبات الرمل العادية ذات الحافات

الزاوية فإن حبات الرمال المغرقة مستديرة الشكل ومن ثم فإن المياه التي تحتها تتدخل بينها وترفعها

أو بمعنى آخر « تعومها » فوقها ، فلا يتاح لها أن تماسك ، فإذا وقع عليها جسم ثقيل فإنه

يغوص كما يغوص في الماء ولكن بسرعة أقل . في كل مرة يسقط فيها المطر يتسرب قدر ما من

من الماء في الثرى وتحفظ كيف نفذ الماء التربة السطحية بجزء من

إلى ما تحت هذا الماء تغذي به جذور النبات النامي فيها ، ولكن

السطح ؟ معظمه يغور حتى يبلغ منسوباً تمتلئ فيه كل شقوق الصخور التحتية بالماء .

والواقع أن الماء الغائر أكثر من كل المياه الموجودة على السطح في البحيرات والمستنقعات .

وكقاعدة عامة يتبع منسوب هذا الماء الغائر الخطوط الكنتورية على سطح الأرض ، ولهذا

السبب فإن من الممكن أن نحصل على الماء من بئر نحفرها في أعالي تل كما نحصل عليه

من أخرى نحفرها في بطن واد مجاور .

أن يتكون حوض البحيرة تأخذ الأنهار التي تغذيه تلقي بكميات ضخمة من الرسابات في قاع البحيرة ، ومع مضي الزمن تملأ هذه الرسابات حوض البحيرة تماماً وتحوله إلى مستنقع في أول الأمر ، ثم إلى مرج يغطيه العشب فيما بعد ، وفي النهاية ينصرف ما بقي من ماء إلى الأنهار التي تواصل رحلتها إلى البحر دون أن يعترضها عائق .

وليست أكبر مساحة من المستنقعات في العالم ، وهي مستنقعات ايفرجليدز في ولاية

فلوريدا سوى ما تبقى مما كان في وقت ما قاع محيط ، فقد حدث أن ارتفعت الأرض وتراجع

خط الساحل ولكن تراجعها لم يكن إلى الحد الذي يسمح بأن تجف المنطقة تماماً .

وعلى أي حال فإن مستنقعات إيفرجليدز آخذة في الجفاف التدريجي . وقد جففت أجزاء

منها بالوسائل الصناعية بغية خلق مساحات من الأرض الزراعية أو أراضي البناء ، ولكن هذا

العمل لم يكن أكثر من مساعدة قدمها الإنسان للطبيعة حتى تسرع في عملها . وكانت المجاري

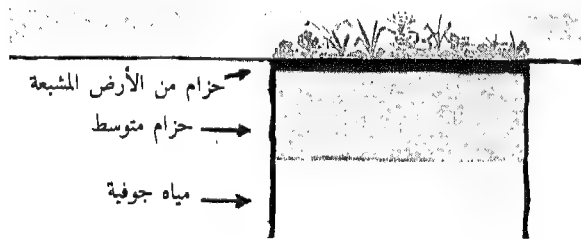
المائية قد أخذت بالفعل تستنزف مياه البحيرة ، ولو تركت وشأنها لاستطاعت مع الزمن أن

تؤدي الغرض من المصارف التي شقها الإنسان ، ومن ثم فسيأتي وقت بعد أم قرب تصبح فيه



فإذا حفرتنا بئراً للحصول على هذا الماء الحبيس فإن الضغط من كلا جانبيه يدفع الماء إلى السطح ، فإذا وجد شق طبيعي في الأرض وكان الضغط من القوة بالقدر الكافي تدافع الماء وكأنه يخرج من نافورة طبيعية .

وكثيراً ما تجري المياه الارتوازية مثاث من الأميال من المكان الذي غار فيه ماء المطر في

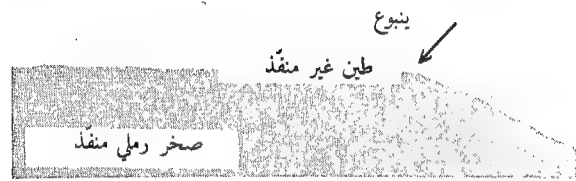


الأرض إلى الجهة التي يتفجر فيها مرة أخرى من الآبار ، ولهذا السبب ونظراً لأن المياه الارتوازية لا تعتمد على الظروف المحلية للمطر ، فإن الآبار الارتوازية تمثل مصدراً للماء لانهائية له ، وتظل مياهها تندفع حتى في أوقات الجفاف الشامل التي تجف فيها الآبار الأخرى في المناطق المجاورة .



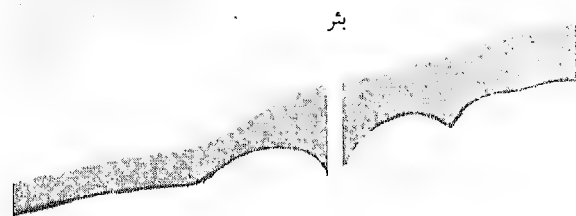
يأتي معظم الماء الغائر كما رأينا من المطر الذي يتسرب إلى سطح الأرض ، ولكن يظل هناك نوع آخر من الماء في القشرة الأرضية وهو الماء الباطني وهو ماء اخترنته جيوب الصخور في أعماق سحيقة من قشرة الأرض خلال ملايين

تنشأ الينابيع من انسياب المياه أفقياً حتى السطح .



وعندما يصبح هذا المنسوب في مستوى سطح الأرض - ويكون هذا عادة على سفوح التلال - ينز الماء ويتفجر ينبوعاً ، ويكون ماء النبع عادة أبرد وأعذب من ماء الأنهار إذ أنه لم يتعرض لحرارة الشمس .

تخترق الآبار المحفورة الأرض بعمق في أماكن التشيع وتضخ المياه منها للخارج .



يحدث أحياناً أن تكون الطبقة الخازنة للماء محصورة بين طبقتين من الصخور المصمتة في أعلى وفي أسفل ، ومن ثم تصبح هذه الطبقة أشبه « بأنبوب ماء » لا يستطيع الماء أن يتسرب منه . وتعرف هذه المياه بالمياه الارتوازية .

تفيض أحياناً الآبار الارتوازية وحدها .







السنين . فعندما تكونت الصخور الرسوبية أول الأمر في قاع البحار القديمة ، امتصت جزءاً من مياه البحر في جوفها ، فلما ارتفع قاع البحر ليصبح جزءاً من اليابس ارتفعت معه الصخور الرسوبية الخازنة للماء . ومن أمثلة هذه المياه الباطنية الماء الملح الذي كثيراً ما يخرج من آبار البترول .

شكل توضيحي لماء باطني مختزن في جيب صخري

## سطح الأرض

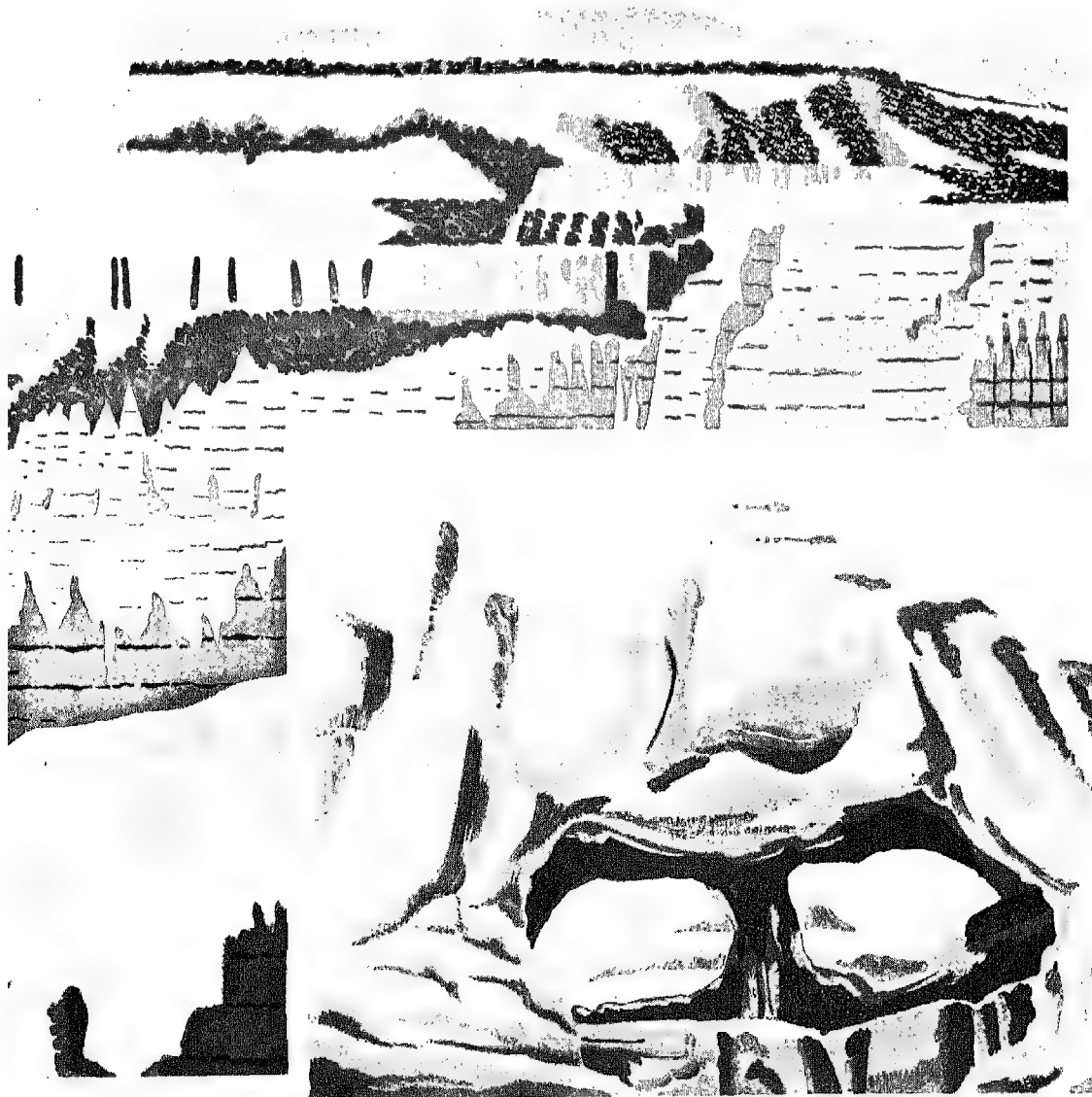
نادرة بمطر غزير مفاجيء ، وعندئذ تمتص نباتات الصحراء الماء في نهم ، وتخزنه في جذورها الطويلة لتعيش عليه خلال مدة الجفاف الحارة الطويلة التي لا بد وأن تعقب هذا المطر النادر .

الكثبان هي أكوام من الرمال تتجمع معاً بفعل الرياح .

عندما نلقي نظرة على الصحراء الجافة التي لا ماء فيها تبدو وكأنها ما هي الصحراء ؟ خالية من الحياة ، ففيها عدا القليل من الصبار الشوكي والشوكيات الضئيلة لا يوجد غطاء نباتي يكسو الأرض الرملية الصخرية، وفي بعض الجهات تركت الرياح الجافة العنيفة الصخور عارية من الرمل والتربة ، ومزقت الصخور نفسها مزقاً غريبة الأشكال .

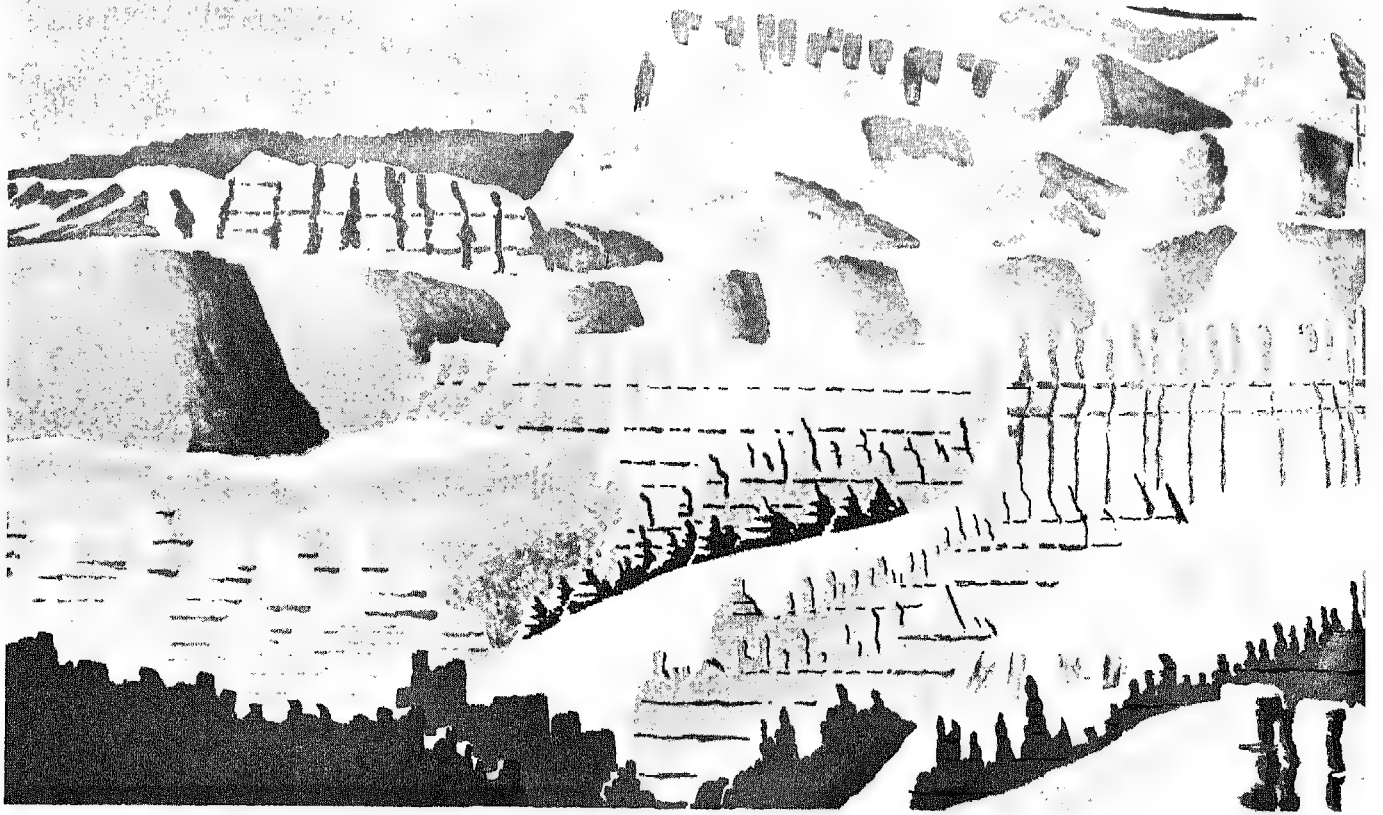
ففي النهار يرسل قرص الشمس المتقد أشعته اللاهبة عبر سماء صافية خلوة من السحاب حتى ليقضي المرء الساعة أو الساعتين يبحث عبثاً عسى يستظل بشيء، وعندما تغيب الشمس وراء حافة الصحراء تنخفض درجة الحرارة بسرعة حتى لقد يوشك الدم أن يتجمد في عروق عابر الصحراء إن لم يكن قد احتاط للبرد القارس . ومطر الصحراء نادر ، وهو إن سقط فقليل في العادة ، ولكن قد تتفجر السحب في أحوال





وتبقى بذور نباتات الصحر  
الأرض الجافة شهوراً بل وربما  
حتى تمسها يد المطر السحرية فتنب  
بين عشية وضحاها ، وسرعان ما ت  
بثوب رائع متعدد الألوان . وكه  
الصحراء بسرعة فهو يذبل بسر  
وكأنما ينتظر الزخة التالية من  
إليه الحياة من جديد .

نحن نعرف أن الرياح والمطر لا تنفك تعمل  
في تشكيل سطح الأرض ،  
كيف تستطيع  
الرياح والأمطار  
أن تشكل  
الصخور ؟  
لعملية التعرية هذه ، هي  
تلك التي توجد في صحارى  
غربي الولايات المتحدة  
الأمريكية .  
والشكل العجيب للصخور الذي يوضحه



نحتت المياه خلال ملايين السنين الأشكال الموضحة في الرسم فيما يعرف  
بخانق برايس وأحدثت قمماً ذات أشكال وألوان عجيبة . وترى في الصورة  
اليسرى شكلاً يشبه الجسر المعلق .

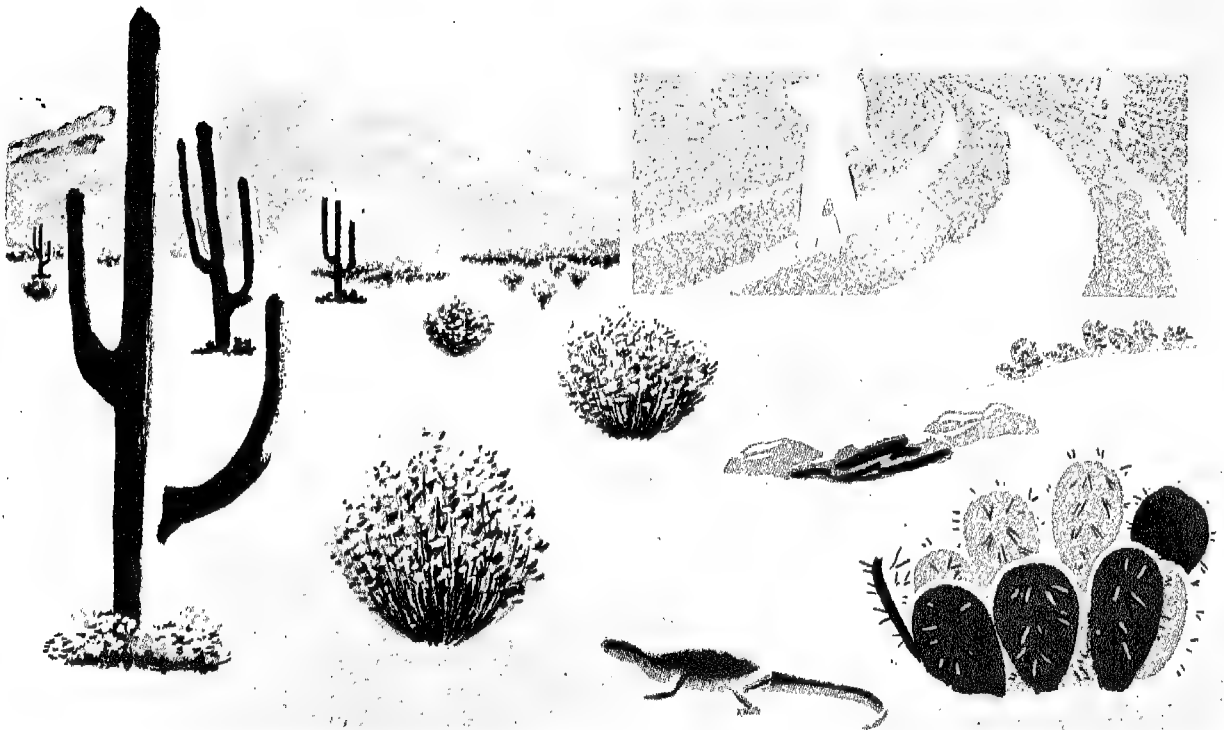
أرضاً للعجائب الطبيعية .  
ولا تقل الرياح أهمية عن المياه الجارية في  
تشكيل سطح الأرض ، ففي المناطق الصحراوية  
تحمل الرياح الرمال وتنقلها من مكان إلى  
مكان ، تاركة في معظم الأحوال تنوعات من  
الصخر عارية ، ويحت الرمل الذي تحمله  
الرياح في الصخر فيكون له فعل ورق «السفرة»  
حينما نحك به قطعة من الخشب ، وبالتدرج

الرسم هو للحديقة الوطنية في خانق برايس  
بولاية يوتاه .  
لقد كانت المنطقة في وقت ما سهلاً رملية  
فسيحاً ، ولكن مع مرور ملايين السنين أذابت  
مياه الأنهار التي تجتازه الحجر الجيري في  
الصخور التحتية ، وأكلت الصخور الأكثر  
صلابة شيئاً فشيئاً حتى أصبح خانق برايس  
في نهاية الأمر بالصورة التي هو عليها الآن

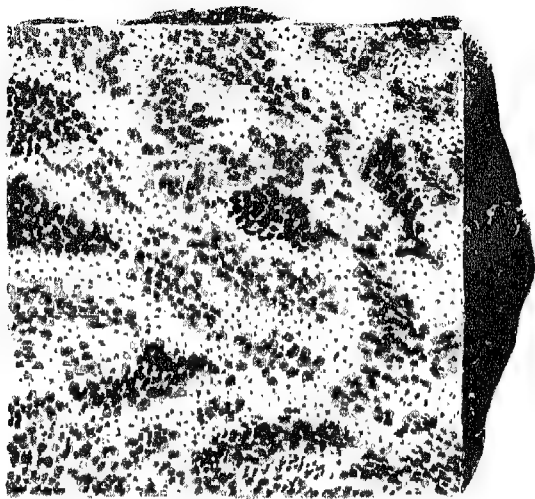
المتحدة الأمريكية في ولايتي تكساس وأوكلاهوما . كانت هذه المنطقة في وقت ما أرضاً غنية بالعشب ، وكانت جذور العشب الغليظة تحفظ رطوبة التربة فتظل الأرض خصبة خضرة حتى في مواسم الجفاف .

ثم شرع الإنسان يحرق أرض العشب ليزرعها بشتى الغلات ، وحدث في أوائل الثلاثينيات من هذا القرن أن حل بالمنطقة جفاف طويل تلفت معه المحصولات وراحت الرياح تذر التربة المفككة التي لم تعد بها جذور عشب تمسك بأجزائها ، مكونة عواصف ترابية عنيفة .

يبلى الصخر ، وتتفتت الأجزاء الهشة منه أولاً ، ثم تتلوها الأجزاء الأكثر صلابة ، وكثيراً ما ينتج عن ذلك قطع جميلة غريبة الشكل من المنحوتات كالجسور الطبيعية والقمم الصخرية الضخمة . رأينا كيف أن قوى الطبيعة في عمل دائم لتغيير سطح الأرض ، وكذلك الإنسان ، كان الإنسان في تغيير له دوره في تغيير مظهر سطح الأرض ؟ أجزاء من سطح الأرض وتعديل مميزاتها ، وأحسن مثل لذلك تلك المنطقة التي سميت بحق « طاسة التراب » والتي تقع في جنوب غربي الولايات



نجح استخدام قنوات الري في الأراضي الرملية البور في تحويلها إلى أرض منتجة وصالحة للزراعة .



الجرانيت من أشهر الصخور النارية ويتكون بالنار أو الحرارة .



البازلت أيضاً من الصخور النارية ذات الأصل البركاني .  
التوعين الآخرين من الصخور ، وسلف الرمل والترية .  
وأشهر الصخور النارية وأكثرها أهمية الجرانيت  
والبازلت .  
والجرانيت هو أوسع أحجار البناء استعمالاً  
لصلابته وقوة تحمله . وتختلف ألوانه ، فنه  
الأبيض والأسمر والأخضر والوردي والأحمر .  
والبازلت حجر كثيراً ما يجرش في العادة  
ليستخدم في رصف الطرق ، ويختلف لونه بين  
الرمادي والأسود .

وظلت المنطقة سنوات عديدة لا تغل شيئاً  
وتحول عنها سكانها إلى جهات أخرى من البلاد ،  
ولكن من بقي منهم أخذ بالتدريج يزرع الأرض  
بالعشب ، وتعلم الفلاحون كيف يزرعون غلاتهم  
بطريقة تبقى معها التربة مصونة . واليوم عادت  
المنطقة التي كانت بالأمس « طاسة تراب »  
أرضاً تزدهر فيها الزراعة والرعي مرة أخرى .  
وعلى عكس ما حدث في « طاسة التراب »  
فإن الإنسان كثيراً ما غير

**كيف يمكن**  
**لصحراء أن**  
**تزهّر؟**  
الغرب الأمريكي كانت  
أجزاء من كاليفورنيا

وغيرها من الولايات صحارى جافة قاحلة ،  
لا يمكن أن ينمو فيها سوى الصبار وغيره من  
النباتات الصحراوية التي ليس فيها كبير نفع  
للإنسان .

ولكن الزراعة استطاعوا أن يحولوا الأرض  
من صحراء رملية لا تغل إلى حقول خصبة  
بحفر القنوات التي حملت إليها الماء من أنهار  
بعيدة . وقد أصبحت الآن مساحات شاسعة  
مما كان في وقت ما صحارى مجربة ، أرضاً  
من أكثر الأراضي الزراعية في أمريكا إنتاجاً .  
توجد أساساً ثلاثة أنواع من الصخور تكون  
ما الصخور المكونة

**لسطح الأرض ؟**

١ - **الصخور النارية :** وهي أقدم صخور القشرة  
الأرضية فقد تكونت من تجمد الصهير الذي  
كان سائلاً عندما أخذت الأرض تبرد وتصلب  
قشرتها منذ بلايين السنين ، ومن ثم فهي سلف

منه بطانة فرامل السيارات وملابس رجال الاطفاء .  
الصوان (الظران) : وقد استخدمه الإنسان  
الأول في صناعة سكاكينه ورؤوس حرايه .  
الدماليق (الحجر البرعمي) : وهي أحجار  
غريبة الشكل توجد عادة في بطون المجاري المائية ،  
وهي نوع من الحجر الرملي اختلط فيه الحصى  
الصغير بفتات الصخور والرمال الناعمة وبأنواع  
شتى من المعادن المكونة للصخور ، ثم تماسكت  
هذه العناصر جميعاً وتصلبت .

الخشب المتحجر : ويوجد في الغابة المتحجرة  
في أريزونا وفي الغابة المتحجرة في شمال القاهرة ،  
وليس هو في الحقيقة قطعة من الخشب تحولت  
إلى حجر ، وإنما الذي حدث فعلاً أن سقطت  
أشجار منذ ملايين السنين في مستنقعات حيث  
كان الماء يحوي نسبة كبيرة من الكوارتز الذائب  
وهو أحد العناصر المكونة للصخور ، ثم تسرب  
الماء إلى خلايا الخشب ، وعندما تحلل الخشب  
جمد الكوارتز ليأخذ الشكل الذي كانت عليه ألياف الشجر .  
يمكن تعريف المعدن بأنه أي عنصر أو مركب  
مكون من مواد كيميائية

ما هي  
المعادن ؟  
موجودة في الطبيعة .  
فالهايت مثلاً المعروف بملح  
الطعام إنما يتكون من  
صوديوم وكلورين ، والماس نشأ عن الكربون  
الذي هو أيضاً المادة الأصلية للفحم . والياقوت  
الأحمر والأزرق (السفير) من الكورندوم الذي  
هو في صورة أخرى الصخر الأسود الخشن الذي  
يستعمل في صناعة حجر الطواحين .

وقد تشكلت كل الصخور من عدد كبير من  
أصناف المعادن وعندما تكسر قطعة من الصخر  
يمكن أن ترى هذه المعادن كالميكس والكوارتز في

٢ - الصخور الرسوبية : وهي صخور تتكون  
مما كان في وقت ما منذ ملايين عديدة من  
السنين طبقات من الرمل والحصى والطين  
والرسابات التي تجمعت في قيعان البحار  
القديمة ، وقد صلبت هذه المواد وتحولت إلى  
صخور حقيقية بسبب الضغط الهائل الواقع عليها .  
وأشهر أنواع الصخور الرسوبية الحجر الرملي  
والحجر الجيري (الكلس) والطفال .

٣ - الصخور المتحولة : وهي صخور كانت  
أصلاً نارية أو رسوبية ولكنها تحولت بالضغط  
الهائل والحرارة الشديدة إلى صور أخرى ومنها  
الرخام والاردواز والكوارتزيت .  
وقد تحول الرخام وهو من أكثر الصخور  
صلابة من الحجر الجيري الهش لدرجة كبيرة  
ويشيع استعمال الرخام في عمل التماثيل وفي  
أعمال البناء .

وتحول الاردواز من طبقات من الطفال والطين  
وقعت تحت ضغط شديد ، وينفلق هذا الصخر  
العجيب إلى صفائح رقيقة منبسطة ناعمة ،  
ويكثر استعماله في سقف المنازل .

ويبدو الكوارتزيت شبيهاً بالحجر الرملي إلى  
حد كبير ، وهو فعلاً متحول منه ، ولكن بينما  
نجد الحجر الرملي هشاً نسبياً ، فإن الكوارتزيت  
من الأحجار الشديدة الصلابة . وكثيراً ما تبدو  
مرتفعات الكوارتزيت في شكل هاب شديدة  
الانحدار بعد أن ذهبت عنها عوامل التعرية  
بالصخور الأقل صلابة .

وإليك عدداً من الصخور غير العادية :  
الاسبستوس : ويوجد في الصخور المتحولة  
على شكل ألياف حريرية طويلة ويمكن أن تنسج  
هذه الألياف في قماش مضاد للحريق فتصنع

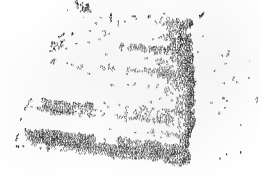
## الصخور



الاردواز



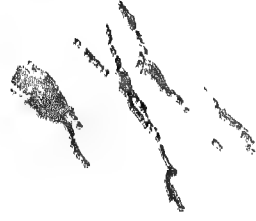
الطفال



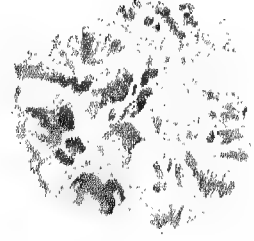
الحجر الرملي



الكوارتزيت



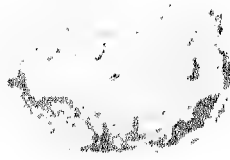
الرخام



الحجر الجيري



التلك

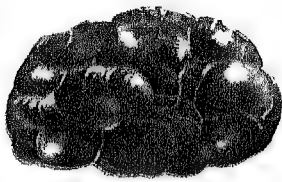


الحجر البرعبي



الصوان

## المعادن



الحديد



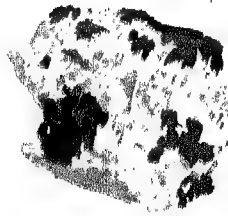
بلورات الكبريت



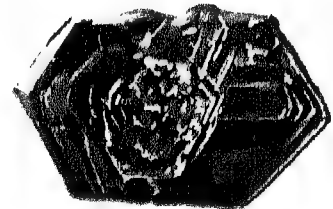
ملح الطعام



الفلوريت



الروثونيت

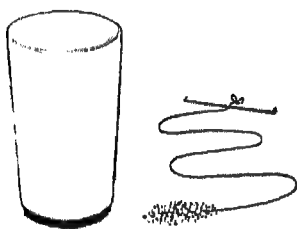


بلورات الكورندم

**الكهرمان** وهو ليس بالمعدن الحقيقي بل بقايا متحفرة لصمغ شجر شرين قديم سقط في المستنقعات ، ومع هذا فهو مادة شبيهة بالمعدن تسترعي الاهتمام ، وكثيراً ما نعثر فيه على أجسام حشرات وقعت في الصمغ قبل أن يتجمد منذ آلاف السنين فظل الكهرمان محتفظاً بها على صورتها الأصلية .

**البيريت** ويعرف باسم ذهب المغفلين « إذ كثيراً ما خدع المعدّنين في العالم القديم فظنوا أنهم وقعوا على منجم للذهب ، والبيريت معدن جميل براق ولذلك فكثيراً ما يستعمل في صناعة الحلي وأدوات الزينة .

ضع قدر ملعقتين أو ثلاثاً من ملح الطعام في نصف كوب من الماء ثم  
**كيف تصنع** قلبه جيداً ، أدل في  
**بلورات** السائل خيطاً مربوطاً في  
**المعادن بنفسك ؟** عصا تضعها فوق الكوب ،  
ثم ضع السائل في مكان بارد لعدة أيام ، وافحصه تجد أن الملح قد كون بلورات صغيرة من الهاليت على شكل مكعبات صغيرة تلمع وكأنها حبات دقيقة من الماس .



شكل بلورات في العادة وإليك بعض المعادن التي قد تراها في الصخور التي في متناول يدك .

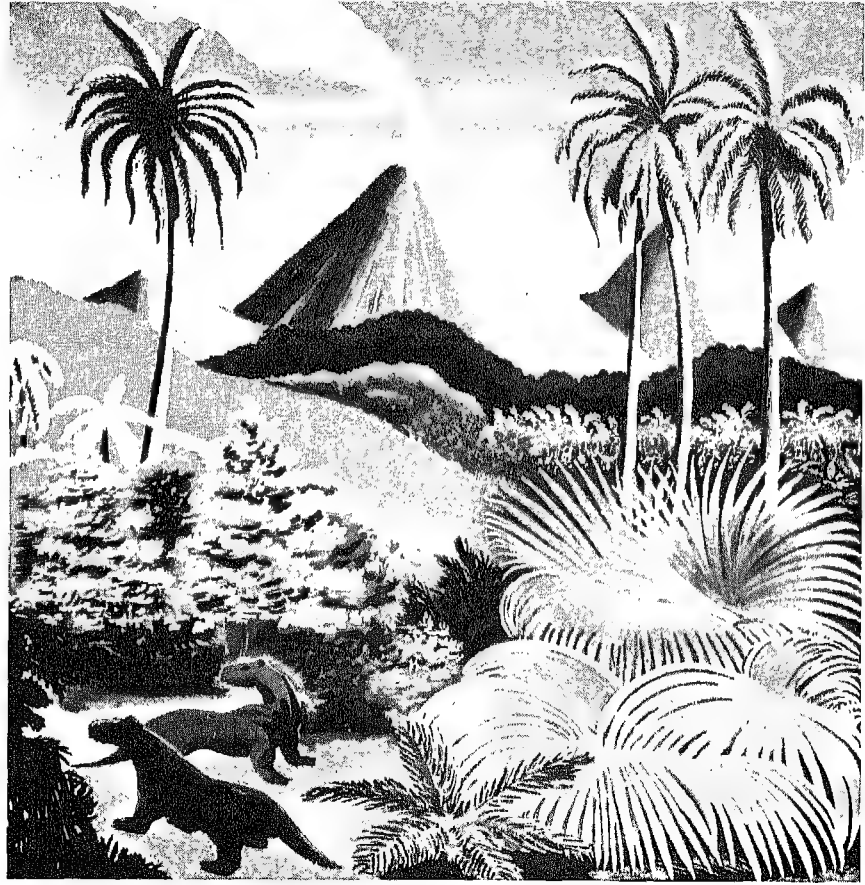
**الكوارتز** : وهو ربما كان أكثر بلورات المعادن شيوعاً ، وبلوراته من جميع الأحجام ، فبعضها طويل دقيق ، والبعض غليظ مندمج ، ولكن كل بلورات الكوارتز أياً كان حجمها لها نفس الشكل ، فهي على شكل منشور سداسي أي لها ستة وجوه تنتهي بهرم سداسي الأضلاع من الناحيتين ، والكوارتز واحد من أصلب المعادن فلا يمكن خدشه بالسكين بل أنه ليخدش الزجاج أو يقطعه ، ورمل الكوارتز هو المادة الأساسية التي يصنع منها الزجاج .

**الميكال** : وتوجد في الجرانيت وغيره من الصخور النارية ، ويمكن شقها في صفائح رقيقة كالورق ، وهي شفافة ، سهلة الثني ، مضادة للاحتراق ، وتستخدم في صناعة ثقب « أكباس » الكهرباء الصغيرة وفي أبواب الأفران . وقد استخدمت في بعض البلاد المتخلفة كزجاج للنوافذ .

**التلك** : وهو معدن أبيض غريب ، هش لدرجة أنك تستطيع خدشه بظفرك . وهو ناعم الملمس وكأنه الصابون ، ويستخدم تجارياً في التشحيم وكأساس لصناعة بودرة التلك .

**الكليست** وهو معدن شائع الانتشار يوجد على صور شتى . فقد يكون في صفائح رقيقة كالميكا ، وقد يكون في بلورات لها شكل الماس فيكون شبيهاً بالكوارتز وربما نعثر أحياناً على بلورة من الكليست شفافة كالزجاج ، ولكن الشيء العجيب فيه هو أنك حيناً تنظر من خلاله تجد كل شيء مزدوجاً ، وإذا هشمت بالمطرقة بلورة كليست فستجد كل جزء منها يكون سداسي الوجوه له أسطح ناعمة وزوايا متساوية .





منظر لغابة قديمة .

## كنوز في الثرى

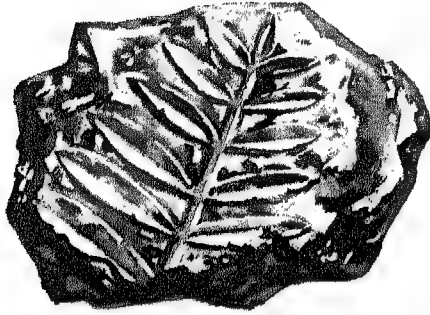
حبيساً بين طبقات من الصخر سميكة ، على عمق آلاف من الأقدام .  
ولكن بينما كان يجري كل هذا التغير في الأرض حدث شيء غريب ، فقد نشأ عن ضغط باطن الأرض تغير كيميائي في أشجار السرخس وغيرها من النباتات التي طمرت في المستنقعات القديمة الأولى منذ ملايين السنين فتحوّلت إلى ما هو الآن خزان جوفي لسائل أسود هو الذي نسميه البترول أو الزيت الخام .

وقد اقتربت هذه الرسابات الباطنية في بعض الأحيان من سطح الأرض إلى حدّ سال معه الزيت ، وكوّن وحلاً أسود لزجاً . وقد استخدم القدماء هذا الزيت الخام في الإضاءة ، ووقوداً للطبخ .

ولم يتنبه العلماء إلا منذ نحو مائة عام إلى الحفر للحصول على البترول وإلى تقطيره

منذ نحو ثلثمائة مليون سنة كانت هناك غابات ضخمة من أشجار السرخس كيف تكون  
تغطي مستنقعات الأراضي البترول ؟  
الحارة ، وعندما ذوت هذه الأشجار وماتت سقطت في المستنقعات وغاصت في الحمأ ، ومرت آلاف القرون تغطت فيها أشجار السرخس بسرخسيات أخرى وبأنواع مختلفة من الشجر سقطت في الماء فوقها .

ثم أخذ سطح الأرض يتغير في ببطء وامتلاّت المستنقعات بالطين الذي تماسك وتحول إلى صخر ، وفي النهاية خسفت الأرض وأبتلعها مياه البحار ، ومرت ملايين أخرى من السنين وعادت الأرض ترتفع من قاع البحر لتكون تلالاً وسهولاً وهضاباً ، وأصبح ما كان من سطح الأرض ذات يوم مستنقعات مليئة بالأشجار



حفرة لأوراق شجر محفورة في الفحم .

المستنقعات القديمة ، وتعفت ، وغطاها الطين والصلصال اللذان تحولاً إلى صخر ، غاص في البحر ثم لم يلبث أن ارتفع ثانية . ولكن هذه النباتات المتعفة من السرخسيات والطحالب بدلاً من أن تتحول إلى زيت سائل ، خضعت بطريقة غريبة لأنواع أخرى من القوى حولتها إلى صخر أسود صلب لامع هو الذي نسميه الفحم .

ويوجد الفحم دفيناً في شكل عروق طويلة سمكية تنحصر بين طبقات من الإردواز أو الطفال ، وقد يحدث أحياناً عندما تنفلق قطعة من الفحم أن نرى فيها بوضوح بصمة متحفرة لورقة من أوراق السرخس محتفظة بكامل الشكل الذي كانت عليه يوم أن كانت على الشجرة القديمة .

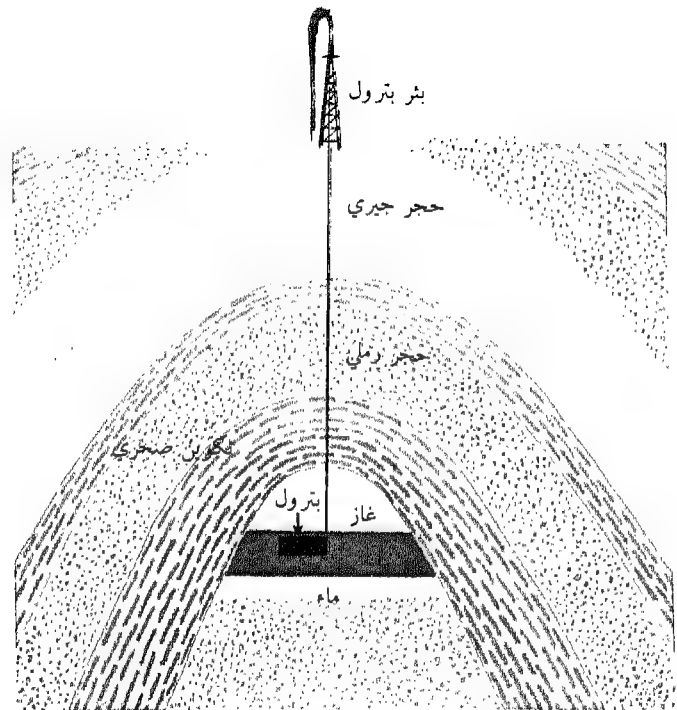
ربما كان الحديد أهم معادن الأرض جميعاً ، ومن الحديد نصنع الصلب ، ما أهمية الحديد ومن الصلب نصنع الأدوات والصلب ؟ الضرورية التي نستخدمها كل يوم ، نصنع السيارات ، والسفن ، والقطارات ، والآلات ، والمواقد ، والأفران ، والبرادات ( الثلاجات ) ولا يمر

ليستخلصوا مشتقاته من الجازولين والكيروسين وزيت التشحيم ، وأصبح البترول في عالمنا الحديث أهم مصدر للوقود ، وما كان في استطاعتنا بدونه أن نصنع السيارات والسفن وأن نقيم المصانع ومحطات القوى .

ويتجمع الزيت عادة تحت الأرض بين طبقات الصخور الالتوائية ، فيطفو فوق بركة من الماء الباطني ، ويعلوه دثار من الغاز الطبيعي ، فإذا ما حفر بئر تصل إلى تكوينات الزيت فإن ضغط الغاز يدفع البترول إلى السطح .

تكون الفحم بنفس الطريقة التي تكون بها البترول ، وفي نفس الوقت تقريباً

**كيف تكون الفحم ؟**  
من التاريخ الجيولوجي للأرض ، فقد سقطت كثير من النباتات في



قطاع في بئر بترول

سويرير ، وفيها يوجد الخام قريباً من السطح حتى أنه ليكشط بالجرافات من مناجم مكشوفة ، ثم ينقل الخام بسفن الشحن في البحيرات العظمى إلى مصانع الحديد في أوهايو وبنسلفانيا حيث يحول إلى صلب .

والنحاس هو ثاني المعادن أهمية بعد الحديد ، فهو ضروري لصناعة

ما أهمية المعادن المعدات الكهربائية ، كما

الأخرى أن له منافع أخرى عديدة ،

للإنسان ؟ وبخلطه مع الزنك نحصل

على النحاس الأصفر ،

وعندما يضاف إليه القصدير نحصل على البرونز .

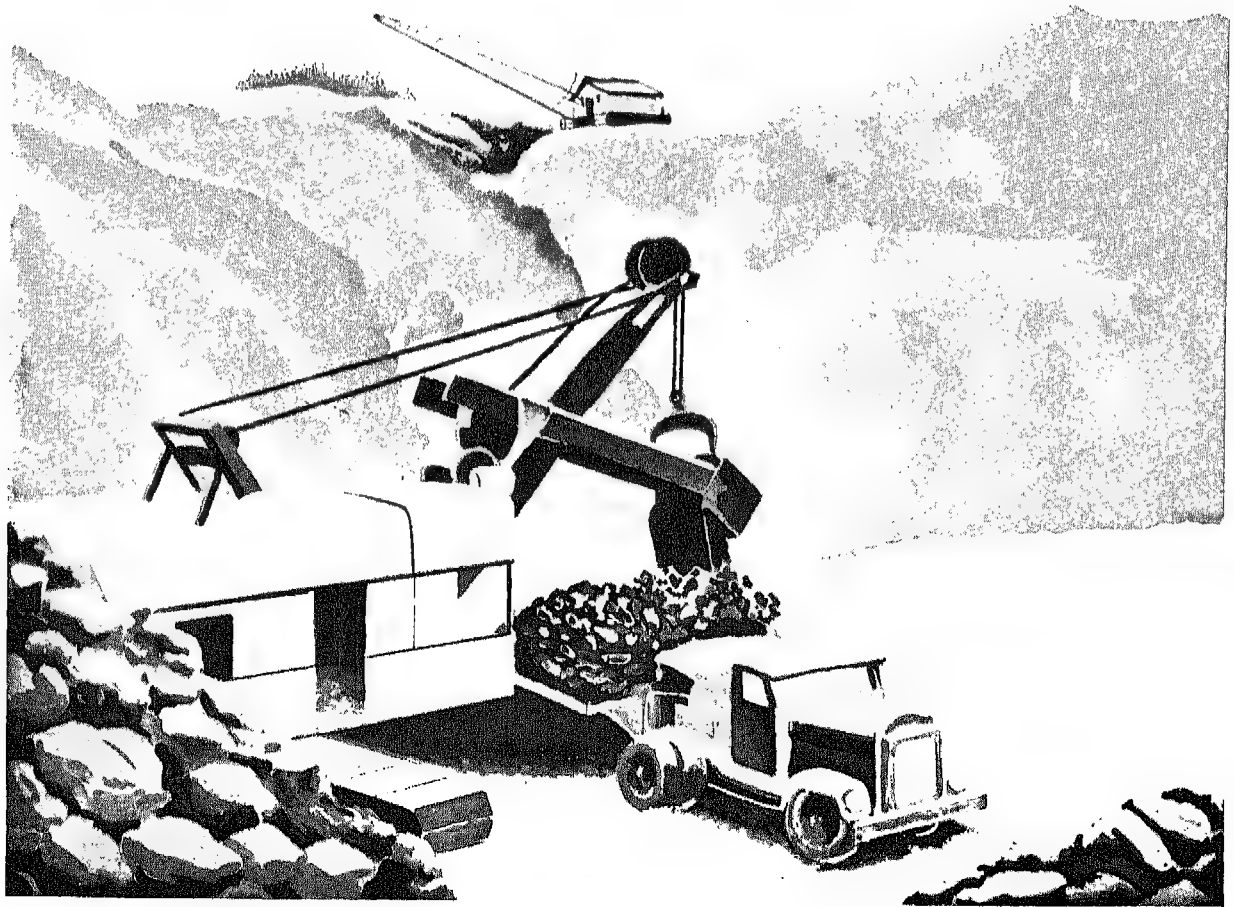
يوم على الإطلاق دون أن نعتد فيه على شيء صنع من الحديد أو الصلب .

ومع أن الحديد واحد من أكثر المعادن وفرة في القشرة الأرضية ، ومع أن نواة الأرض يكاد يكون معظمها من الحديد النقي ، فإن الحديد في الواقع لا يوجد أبداً نقياً على سطح الأرض بحيث يمكن أن يحصل عليه الإنسان ، بل يوجد مختلطاً بغيره من المعادن في شكل خام ويوجد الخام نفسه مطموراً في صخور قشرة الأرض ، واستخراجه منها عملية طويلة شاقة .

وتوجد أهم تكوينات الحديد في الولايات المتحدة الأمريكية في المنطقة حول بحيرة



صورة توضح محول بسم في فرن لصهر الحديد .



منجم لاستخلاص الألمنيوم من البوكسيت

وهناك أنواع عدة من المعادن تلعب دوراً مهماً في حياتنا اليومية ومنها القصدير الذي يستخدم بصفة خاصة في كسوة صفائح رقيقة من الصلب لنحصل على الصفائح الذي نعلب فيه الأطعمة فلا تفسد .

ويخلط الكروم مع الصلب فنحصل على « سبيكة الفولاذ الذي لا يصدأ » ونستخدمه في صناعة أدوات المائدة وغيرها من الأدوات التي تتطلب الصلابة بالإضافة إلى مقاومة الصدأ .

والذهب الذي نعه « أئمن المعادن » يستخدم في سك العملات وصناعة الحلى ، ولكن نفعه قليل في الصناعة .

وتستخدم الفضة كذلك في صناعة الحلى

والألومنيوم أكثر شيوعاً في القشرة الأرضية من الحديد ، ولكنه حبيس في صخور معينة ، وليس هناك من طريقة عملية للحصول عليه ، غير أنه تحت ظروف خاصة نحنت هذه الصخور وتهشمت لتكون معدناً شبيهاً بالصلصال يعرف باسم البوكسيت ومن هذا البوكسيت نستخلص كل الألومنيوم الذي نستخدمه الصناعة .

والألومنيوم معدن خفيف الوزن ، قوي للغاية ، وهو يستخدم عندما تكون الخفة ضرورية كالصلابة ، كما هي الحال في صناعة السيارات ، والمحركات ، وأثاث المنازل ، وأدوات المطبخ ، والأجهزة العلمية ، وبعض أنواع خاصة من الآلات .

العصور على قياس نقاء الياقوت بمقارنته بدم الحمامة التي ذبحت لتوها .

أما السفير فتعدد ألوانه وتتفاوت ، ولكن أجوده هو النوع الأزرق الغامق الذي يتوهج بضوء داخلي يأخذ شكل النجمة ، ويعرف هذا النوع باسم « السفير النجمي »

بالإضافة إلى الجواهر النفيسة فعلاً يوجد كثير من الأحجار « الكريمة » ما هي الأحجار الجميلة التي ربما عثر عليها الكريمة العادية ؟ المرء غير بعيد من منزله ، ومن هذه الأحجار ..

الزبرجد وهو حجر جميل أخضر مزرق يوجد عادة مطموراً في الصخور البارزة في البحر . والجمشت وهو حجر رقيق أرجواني اللون يوجد في معظم الولايات المتحدة الأمريكية في تجمعات من البلورات الصغيرة في العادة .

والعقيق وهو نوع من الكوارتز فيه طبقات دائرية من ألوان متعددة ، تقع الواحدة منها داخل الأخرى ، وعندما يقطع ويصقل يصبح حلقة رائعة الجمال .

والكوارتز الشفاف وقد يسعد الإنسان الحظ فيعثر على بلورة كوارتز مجوفة من الداخل ، وفي التجويف قطرة أو قطرتان من الماء ، وقد أصبح هذا الماء حبساً في البلورة بشكل ما في الوقت الذي تكونت فيه ، ولما كان من المستحيل أن يتبخر بعد حبسه فقد بقي في داخل البلورة إلى الأبد .

والعقيق الأبيض وهو حصي مستدير أملس شبه شفاف ، كثيراً ما يعثر عليه على شواطئ البحار ، وشفاف الانهار ..

والعميق البجادي وهو حجر يوجد بوفرة

وأدوات المائدة الرفيعة وهي أحسن المعادن المعروفة توصيلاً للكهرباء ، ومن ثم تستخدم في صناعة أدق الأجهزة الكهربائية .

واليورانيوم « معجزة العصر الحديث » هو المصدر الرئيسي للطاقة النووية ويوجد في كثير من الصخور مثل اليورانيت ، والكارنوتيت ، والدافيديت ، والجمائيت .

منذ أقدم العصور والناس في كل أرجاء الأرض يعدون الأحجار المعدنية ما هي المعادن النادرة والجميلة أثنى ما « النفيسة » ؟ يقتنون ، وأنفس هذه الأحجار الماس ، والزمرد ،

والسفير ، والياقوت الأحمر .

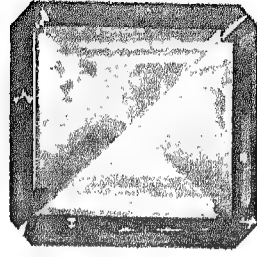
والماس هو أكثر الأحجار صلابة ، فهو يستطيع أن يقطع أي مادة أخرى معروفة ، ولا يقطع الماسة إلا ماسة مثلاً . ويستخرج معظم الماس من إفريقية ولكنه يوجد في كل جهات العالم . فهناك مناجم للماس في الهند وأمريكا الجنوبية والولايات المتحدة الأمريكية . وماسة كوليتان هي أكبر ماسة عثر عليها حتى الآن . وقد عثر عليها فلاح في جنوب إفريقية ، حدث أن وقع بصره على حجر وضاء نأتى من الأرض ، وكانت الماسة في حجم قبضة اليد ، وقد صقلت لتصبح جزءاً من مجوهرات التاج البريطاني والزمرد إذا كان كبير الحجم خالياً من الخدوش ، أثنى من الماس ، ويأتي معظمه من اكوادور وكوليبيا من جمهوريات أمريكا الجنوبية ، والزمرد الأصيل أخضر ، غامق الخضرة .

وتستخرج أجود أنواع الياقوت من بورما ، وأنفسه ذلك النوع الأحمر المتوقد كالجمر الذي يعرف « بدم الحمام » إذ جرت العادة منذ أقدم

## الأحجار الكريمة



صغير النجمي



زمرد



أوبال



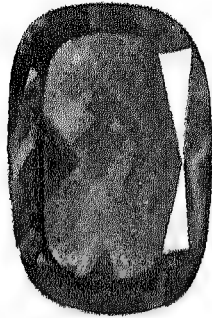
زبرجد



ماس



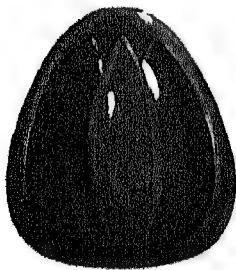
اليكسندريت



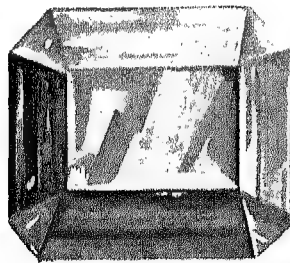
ياقوت



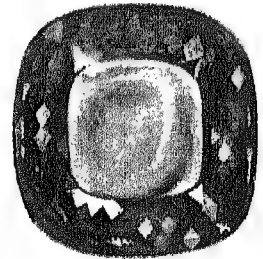
ترمالين



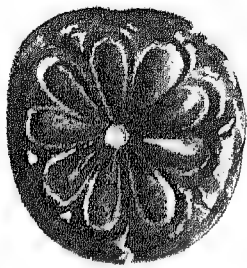
يشب



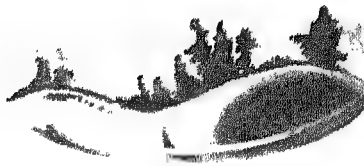
توباز



الزبرجد



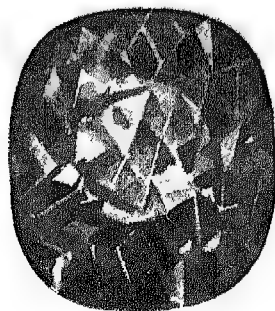
ستينيت (الحجر الصابوني)



عقيق موش (المزدان بعلامات سوداء)



عقيق أحمر



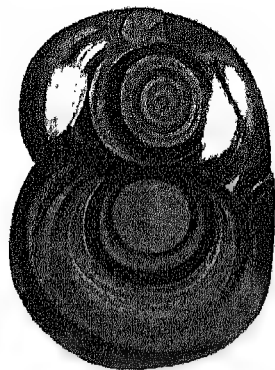
جشت



لؤلؤ



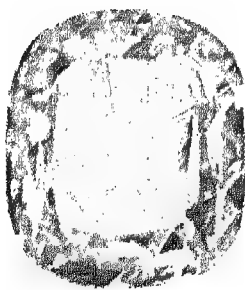
لازورد



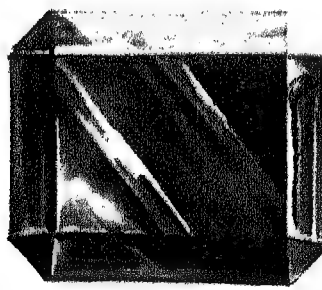
ملكيت



بريل



حجر كريسوبريل



عقيق يمانى



فيروز

وحجر الشمس وهو نوع من الكوارتز الشفاف ، طمرت فيه شذور دقيقة من الميكا تجعل هذا الحجر غير العادي وكأنما يطلق شرراً من أعماقه .

في كل الولايات المتحدة الأمريكية ، ومعظمه بني اللون تقريباً ، ولكن أجوده ما يكون أحمر صافي الحمرة ، أو أخضر زمردياً .

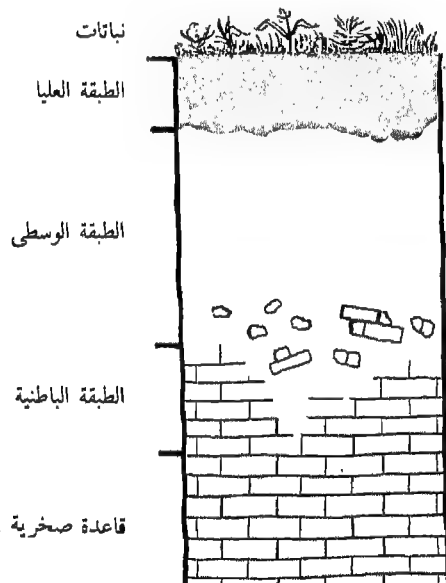
## غرف تحت الأرض

تربة ، ولم يكن بسطحها سوى الصخر العاري ، ثم بدأت نباتات دقيقة أصلها من البحر وتعرف باسم « الأشنة » أو حشيشة البحر تنمو على الصخور عند حافة المحيطات ونفذت جذورها الضئيلة في سطح الصخر مما أدى إلى تفتته ، وعندما ماتت هذه النباتات وتحللت اختلطت بالغبار الصخري وتحولت بالتدريج إلى تربة .

وتزايد نمو النبات وتحول بدوره ليصبح جزءاً من التربة ، وبهذه الطريقة بدأ بساط التربة يزحف من ساحل البحر إلى داخل اليابس حتى كسا معظم اليابس

وتنقسم التربة إلى ثلاث طبقات :

« الطبقة الباطنية » وهي قاعدة صخرية صلبة ، تنفسخ أعاليها بالتدريج وتحلل وتفتت .



تتغذى كل أنواع الأحياء على الأرض من تلك القشرة الرقيقة من التربة التي تكسو سطح الأرض ، وبدون هذه التربة لا يستطيع عشب أو حب أو بقل أن ينمو ليكون منه طعام للإنسان والحيوان . والتربة خليط من الصخور المفتتة والمواد العضوية المتحللة وتضرب الشمس

مما تتكون التربة ؟  
الحامية الصخر العادي فيتمدد ويتشقق ، ويؤدي

ثلج الشتاء وجليده إلى تقلص الصخر وتمزقه ، ويكتسح المطر الفئات الدقيق الذي انفصل عن الصخر ويلقي به في منخفضات سطح الأرض ، وفي هذه المنخفضات تختلط حبيبات الصخر بالأوراق التي سقطت من الأشجار . وبالنباتات المتحللة ، ويكون الجميع بساط التربة الذي يغطي الأرض .

ويمكنك أن تثبت من ذلك بأن تلقي بماء ملعقة من تراب حديقتك في كوب من الماء . قلب الماء ثم اتركه يستقر ، وستجد أن بعض الجزئيات يطفو على السطح بينما يستقر معظمها في القاع ، ولو أنك فحصت الجزئيات الطافية فستجد أنها أجزاء دقيقة من ورق الشجر والجذور وغيرها من المواد النباتية . أما الأجزاء التي رسبت في القاع فهي من الرمل والحصى وغيره من المواد التي تفسخت من الصخر الهشيم .

وخلال معظم حياة الأرض لم تكن عليها





منظر لكهف من الداخل حيث تتدل الاستلاكتيت من السقف وتنمو الصواعد الاستلاجمية من الأرض .

الحجر الدقيقة وتحمل معها المادة المذابة ، وتستمر هذه العملية المتواصلة من التعرية المائية للصخر دون توقف لعدد لا يحصى من آلاف السنين ، ويكبر المجرى الذي حفره الماء لنفسه حتى تصبح الصخور التحتية في النهاية وقد امتلأت بالمجري التي تتعرج وتنعطف خلال طبقات الصخور ، وتتسع أحياناً وتتصل حتى تكون تجاويف واسعة تحت سطح الأرض .

عندما يتسرب الماء في الأرض ، فإنه يتفاعل مع طبقات الحجر الجيري

ما هي ليكون معدناً يعرف باسم

الاستلاكتيت بيكربونات الكالسيوم

والاستلاجمية ؟ وعندما يترشح هذا الماء

من سقف المغارة فإنه يسقط

قطرة قطرة ، وتعلق كل قطرة بسقف المغارة

برهة قبل أن تسقط على أرضيتها ، ولكن يحدث

«الطبقة الوسطى» وهي شديدة التماسك وتحوي هشياً من الحصى مختلطاً بالصلصال والتراب الثقيل ، وتتسرب إليها المعادن من السطح ، وينزل إليها الماء الغائر من تحتها ، ولا تخترق هذه الطبقة الوسطى سوى جذور الأشجار والنباتات الكبيرة .

أما «الطبقة العليا» فهي الجزء من التربة الذي يزرع فيه النبات ، وهو هش مفتت ، وقد يكون كله أحياناً من مواد نباتية متحللة ، ولا يزيد سمك هذه الطبقة على بضعة بوصات .

ومع هذا فعلى هذه الطبقة العليا الرقيقة من التربة تعتمد حياة عدد لا يحصى من النبات والحيوان .

المغارة هي أقرب شيء في الطبيعة إلى أرض الجن ، ففيها تتدلى من السقف

كيف تكونت أعمدة خيالية ذات

المغارات ؟ أشكال وأحجام تعد

بالملايين ، وترتفع من

أرضيتها أبراج حجرية دقيقة الأطراف ، وأزهار

من الحجر ذات تعريجات ملونة تنمو بين شقوق

الصخور .

وتوجد المغارات عادة في تلك الأجزاء من

العالم التي تكون صخورها التحتية من الحجر

الجيري ، وعند مرور المياه فيها تذيب ذرات

طبقة من الصخر الهش كالطفال محصورة بين طبقتين من الصخور الصلبة ، وتدوم الرياح على سفح التل فتقتلع جزئيات صغيرة من الطفال ، ولا تنفك تتعمق في داخل التل بحفرها .

وهذه هي الكهوف التي استخدمها القدماء مساكن لهم ، واتخذت منها الحيوانات مخابئ . وكثيراً ما تحفر المياه المنحدرة من الشلال كهفاً عند قاعدته ، وتبقى الصخور من فوقه معلقة ، وأشهر مثل لهذا النوع من الكهوف ما يعرف باسم « كهف الرياح » تحت شلالات نياجرا . ويؤخذ الزوار إلى حيث يمكنهم أن يقفوا ومن ورائهم حائط من الماء الهادر الذي ينحدر من النهر الجاري من فوقهم .

ومن أروع الكهوف تلك التي حفرها الجليد في الجبال الأوروبية ،

**ما هي كهوف** فمن زمن سحيق عندما

**الجليد ؟** كان مناخ الأرض أدفأ

كثيراً مما هو عليه الآن ،

شقت الأنهار الباطنية طريقها في أنفاق حفرتها في صخور الجبال الصلبة ، ثم جاء العصر الجليدي الطويل الذي عرفه نصف الكرة الشمالي وتجمدت مياه هذه الأنهار السفلية في مجاريها وبقيت هذه المجاري حتى الوقت الحاضر

خلال هذه البرهة أن يتبخر قدر ضئيل من الماء مخلفاً كمية طفيفة من بيكربونات الكالسيوم . وبعد مرور قرون طويلة تتراكم هذه الرسابات الطفيفة وتكون في نهاية الأمر « عموداً » من الحجر ، يتدلى من السقف وهذه هي الاستلاكتيت أو الهوابط .

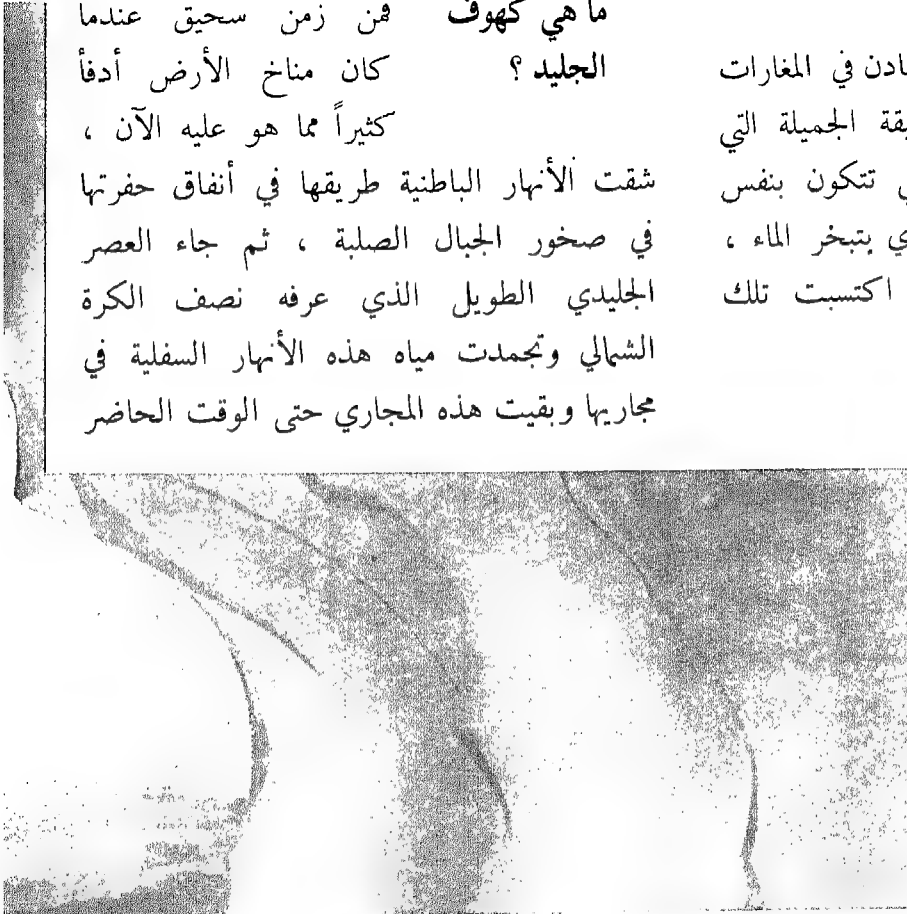
وعندما تسقط كل قطرة من الماء على أرض المغارة تحت الهوابط تنداح مخلقة قليلاً من رسابة بيكربونات الكالسيوم ، وتنمو هذه الرسابات صاعدة من الأرض وتشكل برجاً حجرياً ناتئاً يسمى الاستلاجميت أو الصواعد . ومع مضي الوقت الطويل قد تلتحم الهوابط النازلة من السقف بالصواعد الناتئة من أرض المغارة فتكون عموداً ، وقد يتصل أحياناً عدد من الأعمدة معاً فيكون حائطاً يقسم المغارة إلى غرف .

وثمة نوع آخر من « نمو » المعادن في المغارات يتمثل في تلك التجمعات الرقيقة الجميلة التي تعرف باسم الهيليكتيت ، وهي تتكون بنفس الطريقة التي تتكون بها الهوابط أي بتبخر الماء ، ولكن ليس من يعرف كيف اكتسبت تلك الصور العجيبة التي تبدو فيها .

**ما هي كهوف الرياح ؟**

وأكثر أنماط المغارات شيوعاً هي تلك التي نشأت من عمل الرياح في سفوح التلال أو الحافات الصخرية ، وتنشأ هذه الكهوف عندما تكون هناك

منظر داخلي لكهف جليدي .



وكثيراً ما تتدلى من سقوف الكهوف استلاكتيت  
ثلجية وتكون من التبلُّر والشفافية بحيث تكون  
عدسة مكبرة ضخمة ، وقد يحدث أحياناً أن  
تحصر فقاعات من الهواء في الاستلاكتيت وهي  
تتجمد فيعطىها هذا الوضع شكل جوهرة ضخمة  
وضاءة .

لَمَّا كانت كهوف الحجر الجيري قد نشأت  
بفعل المياه الغائرة ، فليس  
ما هي كهوف من الغريب أن يمتلئ كثير  
المياه الغائرة ؟ من هذه الكهوف بالماء .  
ومن أغرب هذه الكهوف  
التي يملأها الماء الغائر كهف واكولا في ولاية  
فلوريدا .

ونبع واكولا الذي يمد بالمياه نهر واكولا  
هو بحيرة تغذيها المياه الغائرة ولا شيء سواها ،

ككهوف جليدية .

وفي بعض الجهات وعلى أعماق بعيدة من  
سطح الجبل ، تجري هذه الأنهار إلى بحيرات  
متجمدة ملساء السطح وكأنها حلقة للترليج ،  
وفي بعض الأحيان تنحدر هذه الأنهار فجأة  
من فوق هاوية فتكون شلالاً من الجليد الصلب  
يبلغ في ارتفاعه نحو نصف ارتفاع شلالات  
نياجرا .

وفي الأجزاء الخاوية من هذه الكهوف  
الجليدية ترتفع أعمدة الثلج من أرض الكهف  
فتكون مثل الاستلاجميت الشفافة وقد نشأت  
هذه الأعمدة من تساقط قطرات الماء من جليد  
سقف الكهف في بطاء ثم تجمدها مرة أخرى ،  
وبين الحين والحين تختلط هذه الأعمدة معاً  
فتكون ستارة رقيقة من الجليد ذات نقوش بديعة .



من الرمل وفيه بعض أشرطة من الصلصال أو فتات الحجر الجيري .  
وقد توغل الغواصون في ارتيادهم للكهف إلى مسافة ١١٠٠ قدم من مدخله حيث وصلوا إلى مكان ينحدر فيه القاع انحداراً فجائياً إلى قطاع آخر من الكهف أكثر عمقاً وأعظم اتساعاً ، ولم يعد في استطاعتهم أن يتجاوزوا هذه النقطة في ارتيادهم للكهف بسبب نقص الهواء .  
ويظن أن كهف واكولا يمتد لعدة أميال حتى يبلغ المصدر الذي منه مياهه .

وكان مصدر مياه هذه البحيرة السفلية محل دهشة العلماء لسنوات طويلة ، حتى قام فريق من الجيولوجيين مجهز بأدوات الغطس وغيرها من الأجهزة بارتياح البحيرة ، فوجدوا أن الكهف تحت سطح النبع مباشرة ينحدر بشدة إلى عمق مائتي قدم تقريباً ، فإذا ما وصل إلى هذا العمق استوى سطحه . ويختلف اتساع الكهف فيتراوح بين ٧٠ قدماً و ١٥٠ قدماً ، أما ارتفاعه من القاع إلى السقف فكان خمسة أقدام في بعض المواضع وأكثر من مائة قدم في مواضع أخرى . والقاع

## نشأة الإنسان

الكهف الذي اتخذ منه سكناً ، وكان قد بدأ أيضاً يعرف كيف يتكلم .  
منذ سنوات قليلة عثر فريق من العلماء الأمريكيين في جبال العراق على كهف كيف وقفنا على تمثّل فيه تاريخ متصل أحوال سكان لتطور الإنسان منذ العصر الحجري حتى الوقت الحاضر وهذا هو كهف شانيدار .

وتسكن شانيدار اليوم قبيلة من الفلاحين الأكراد ، ولكن الشيء المذهل في هذا الكهف أنه ظل مسكوناً بالناس منذ نحو مائة ألف سنة ! ومن حسن حظ العلماء أن سكان الكهف منذ أقدم العصور لم يكونوا ممن يحرصون على ترتيب مساكنهم ، وبدلاً من أن يتخلصوا من الفضلات والنفايات كانوا يكتفون بطمرها تحت طبقات متعاقبة من التراب والأقذار ، ومن ثم أصبح

من الطبيعي أن يكون الإنسان الأول قد سكن الكهوف ، فلم تكن لديه كيف كان الأدوات ولا المهارة إنسان الكهوف ؟ لكي يبنى مسكناً . وكانت الكهوف في سفوح التلال قد هيأت له ملجأ جاهزاً يحتمي فيه من البرد والثلج والمطر والحيوانات المفترسة .  
ويقدر أن الإنسان كان يسكن الأرض منذ أكثر من نصف مليون سنة وقد مكنت الحفائر التي تمت حديثاً في الكهوف من تتبع تاريخ الإنسان لمائة ألف سنة سبقت الميلاد .  
ولم يكن الإنسان منذ مائة ألف سنة على هيئته التي هو عليها الآن ؛ كانت قامته أقصر وأقل اعتدالاً وكانت أطرافه أطول وأغلظ ، وكان معظم جسمه يغطيه شعر كثيف ولم تزد أدواته عن بلط وسكاكين يصنعها من الصوان (الظران) .  
وكان قد بدأ يتعلم كيف يستخدم النار لتدفئة



عاش الإنسان الأول في كهوف دافئة وآمنة .

أحجار لطحن الحبوب ، وعظام حيوانات مستأنسة ، وهي كلها أدلة على أن الإنسان كان قد بدأ يتعلم كيف يزرع الغلات ويرعى الحيوانات وتحت هذه الطبقة طبقة أخرى يظن أنها ترجع إلى نحو اثني عشر ألف سنة ، ولم يعثر فيها على أي دليل يوحى بأن سكان ذلك الزمن البعيد كانوا يعرفون أي شيء عن الزراعة أو تربية الحيوانات .

وترجع الطبقة الثالثة إلى نحو أربعين ألف سنة قبل الميلاد ومع ذلك فإن الثلاثين ألف سنة التي تفصل بين العصر الذي تراكمت فيه والعصر الذي تكونت فيه الطبقة التي تعلوها ، تخلو من أي دليل على أن الإنسان قد أحرز أي تقدم في أسلوب معيشته .

وأخيراً نصل إلى الطبقة الرابعة ، أبعد طبقات الريم على أرضية كهف شانيدار ، وترجع

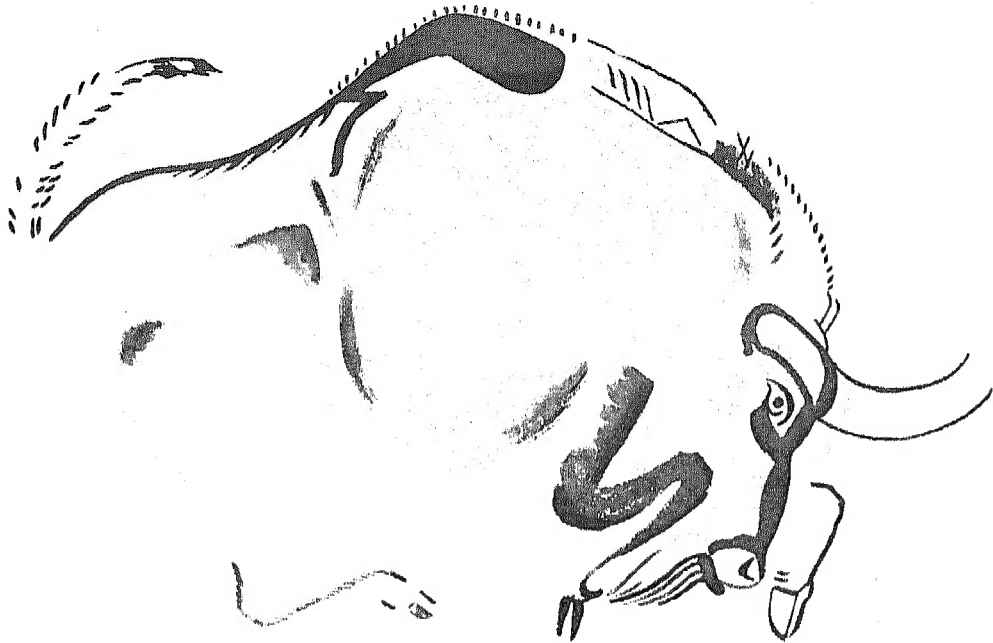
في مقدور العلماء بالحفر حتى أرضية الكهف أن يرسموا قطاعاً للتاريخ البشري بنفس الشكل الذي تعطى به الأحافير في طبقات الصخور الرسوبية تاريخاً مصوراً للأرض ذاتها .

كان هناك أربع طبقات رئيسية من الأتربة والأقذار التي تراكمت في أرضية الكهف ، وكان كل منها يمثل فترة محددة في تاريخ تطور الإنسان .

أما الطبقة العليا فيمتد تاريخها من الوقت الحاضر إلى نحو سبعة آلاف سنة مضت ، وفي هذه الطبقة عثر على قطع من الفخار ، وعلى

وصاحت :  
 « ثيران ... ! ثيران ... يا أبتاه ! تعال  
 بسرعة .. ! »  
 وهرع الوالد إلى حيث ابنته فوقع بصره على  
 منظر مذهل .  
 لقد كان على سقف الكهف وحيطانه صور  
 لحيوانات  
 فمن رسم هذه الصور ؟ ولماذا رسمها ذلك  
 الفنان البدائي في الكهف ؟ وكيف حصل على  
 الضوء الذي أنار له ظلام الكهف ؟  
 أسئلة لا يعرف أحد أجوبتها حتى الآن ،  
 وكل ما نعرفه على وجه التأكيد أن هذه الرسوم  
 هي من صنع عبقري مجهول عاش في العصر  
 الحجري أي منذ خمس وعشرين ألفاً من  
 السنين .

هذه الطبقة بتاريخ الجنس البشري إلى عصوره  
 الأولى أي إلى نحو مائة ألف من السنين .  
 وبتجميع هذه الأدلة يصبح في استطاعتنا  
 أن نرسم صورة لحياة الإنسان البدائي في فجر  
 التاريخ البشري .  
 في ذات يوم ، منذ مائة عام تقريباً ، كانت  
 فتاة صغيرة وأبوها يرتادان  
 من الذي صنع كهفاً في إسبانيا ، وبينما  
 الرسوم في كان الأب يفحص المطارق  
 الكهوف ؟ ورؤوس الحراب المصنوعة  
 من الصوان ، والتي عثر  
 عليها على أرضية الكهف كانت الطفلة تتجول  
 في تجويف آخر من الكهف وهي تحمل شمعة  
 تنير لها الطريق .  
 وفجأة تطلعت الفتاة إلى سقف الكهف



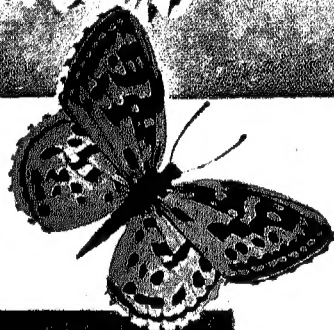
صورة ثور رسمها فنان مجهول على حائط كهف في إسبانيا منذ آلاف السنين .

#### مطابع الشروق

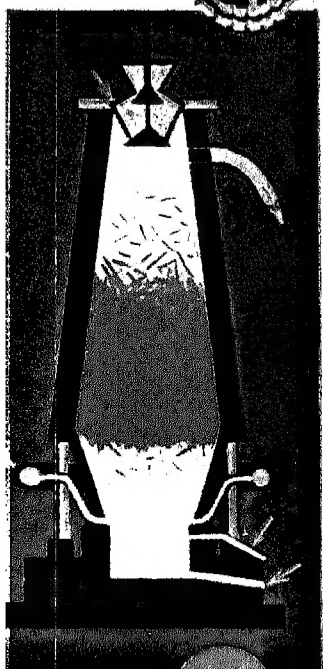
القاهرة : ٨ شارع سيويه المصرى - ت : ٤٠٢٣٩٩٩ - فاكس : ٤٠٢٧٥٦٧ (٠٢)  
 بيروت : ص.ب : ٨٠٦٤ - هاتف : ٣١٥٨٥٩ - ٨١٧٢١٣ - فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)



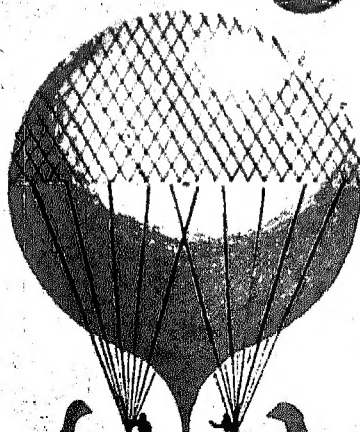
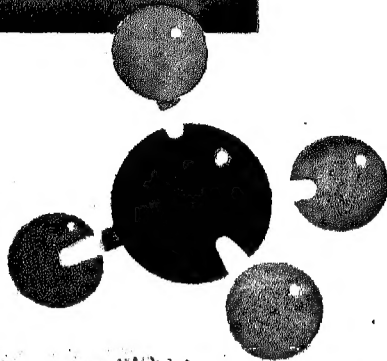




## سلسلة كيف ولماذا



أرضنا	القطارات
الزمن	السفن والبواخر
جسم الإنسان	الأسماك
من الكهوف لناطحات السحاب	الإنسان الآلي والعقول الاليكترونية
الماكينات	المغناطيسية
القمر	الصوت
الطاقة الذرية	الاليكترونيات
الاختراعات الأساسية	الصحراء
النجوم	الميكروسكوب
الصواريخ والقذائف الموجهة	الزواحف والبرمائيات
اكتشافات واستكشافات	الثدييات
الطائرات وقصة الطيران	الطيور
الضوء واللون	النباتات
الكيمياء	مدن مفقودة
الكهرباء	المناطق القطبية



### © دار الشروق

القاهرة : ٨ شارع سيديوية المصري - رابطة العدوية - مدينة نصر  
ص.ب : ٢٢ البانوراما - تليفون : ٤٠٢٣٣٩٩ - فاكس : ٤٠٢٧٥٦٧ (٠٢)  
بيروت : ص.ب : ٨٠٦٤ هاتف : ٣١٥٨٥٩ - ٨١٧٢١٣ - فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)

